

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta strojní**

**Institut dopravy**

---

**Vliv realizace bezpečnostních opatření  
na pozemní komunikaci na dopravní  
nehodovost**

**Disertační práce**

Studijní program: *P 2301 Strojní inženýrství*

Studijní obor: *2301V003 Dopravní technika a technologie*

Školitel: *doc. Ing. Miloslav Řezáč, Ph.D.*

Doktorand: *Ing. Martin Lindovský*

---

**Ostrava 2013**

**VŠB – Technical university of Ostrava**

**Fakulty od mechanical engineering**

**Institute of transport**

---

**Effect of implementation of safety  
measures on traffic accidents on the  
road**

**Dissertation thesis**

Programme of Study: *P 2301 Mechanical engineering*

Fields of Study: *2301V003 Transport technique and technology*

Supervisor: *doc. Ing. Miloslav Řezáč, Ph.D.*

PhD: *Ing. Martin Lindovský*

---

**Ostrava 2013**

## **Anotace**

**Lindovsky, M. Vliv realizace bezpečnostních opatření na pozemní komunikaci na dopravní nehodovost: Institut dopravy, Fakulta strojní, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2013, 137 s. Disertační práce, školitel: Řezáč, M.**

Disertační práce se zabývá posuzováním účinnosti bezpečnostních opatření na pozemních komunikacích. V úvodních kapitolách popisuje existující opatření, která se používají pro zklidňování dopravy. V dalších kapitolách se zaměřuje na vybraný typ bezpečnostního opatření - informativní tabule o aktuální rychlosti vozidla, které mohou upozornit řidiče na překročení maximální povolené rychlosti. Vede je tak k jejímu snižování a tím i ke zvyšování bezpečnosti. Práce dále uvádí poznatky o účinnosti informativních tabulí ze zahraničí. V dalších kapitolách se disertační práce zabývá zjištěním účinnosti informativní tabule na vývoj rychlosti dopravního proudu v prostoru za jejím umístěním. Tato problematika není patrně zkoumána ani v zahraničí. V závěru disertační práce jsou uvedena doporučení pro efektivní lokalizaci informativních tabulí.

## **Summary**

**LINDOVSKÝ, M. Effect of implementation of safety measures on traffic accidents on the road: Institute of transport, Faculty of Mechanical Engineering VŠB – Technical University of Ostrava, 2013, 137 p. Dissertation thesis, supervisor: Řezáč, M.**

This thesis deals with the assessment of the effectiveness of safety measures on roads. In the opening chapters, it describes existing measures that are used for traffic calming. In the following chapters, it focuses on the selected type of safety measures - speed radar sign about the current vehicle speed, which can alert drivers to exceed the speed limit. This leads to reduction and thus improve safety. This work shows the findings on the effectiveness of speed radar sign from abroad. In another chapters, the dissertation deals with the detection efficiency informative boards on the development speed of the traffic flow in the area for its location. This issue is not probably studied nor abroad. In conclusion, the thesis gives recommendations for efficient localization of speed radar sign.

## **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou disertační práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením školitele a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....  
podpis studenta



## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval dopravnímu inspektorátu policie ČR v Přerově, jmenovitě Bc. Davidovi Pecháčkovi za zprostředkování měření. Dále bych rád poděkoval mému školiteli doc. Ing. Miloslavu Řezáčovi, Ph.D. za odborné vedení při tvorbě disertační práce.

Velké poděkování patří Ing. Dušanu Teichmannovi, Ph.D. za jeho pomoc, rady a řešení problémů spojených se psaním disertační práce.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat rodině za podporu a trpělivost, která mi poskytla za celou dobu mého studia.

# Obsah

<b>Seznam použitého značení.....</b>	<b>6</b>
<b>1 Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2 Přehled současného stavu o používaných prvcích zklidňování dopravy .....</b>	<b>10</b>
2.1 Zklidňování dopravy .....	10
2.1.1 Prvky pro snížení rychlosti .....	11
2.1.2 Úpravy křižovatek .....	15
2.1.3 Opatření k ochraně chodců.....	16
2.1.4 Úpravy průtahů obcemi .....	17
2.1.5 Shrnutí.....	18
2.2 Výzkumy v oblasti efektivity prvků zklidňování dopravy.....	18
2.2.1 Výzkum v oblasti efektivity figurín policistů .....	18
2.2.2 Výzkum v oblasti efektivity vjezdových ostrůvků do obcí.....	18
<b>3 Cíl disertační práce .....</b>	<b>20</b>
<b>4 Poznatky plynoucí z používáním informativních tabulí.....</b>	<b>21</b>
4.1 Výzkum v oblasti efektivity prvků pro zklidňování dopravy v ČR.....	21
4.2 Výzkum v oblasti efektivity prvků pro zklidňování dopravy v zahraničí.....	24
4.2.1 Zkušenosti z Velké Británie.....	24
4.2.2 Zkušenosti z USA .....	27
<b>5 Metodika plnění cílů 2 až 5.....</b>	<b>29</b>
5.1 Fáze stanovení minimální vzdálenosti vhodné pro umístění kontrolního radaru za informativní tabulí .....	29
5.2 Fáze stanovení minimálního rozsahu statistických souborů .....	34
5.3 Fáze měření dat v reálném provozu .....	35
5.3.1 Metodika realizovaných měření v lokalitách okresu Přerov .....	36
5.4 Fáze zpracování dat.....	37
5.5 Fáze statistického testování.....	38

5.6	Fáze vyhodnocení výsledků experimentů a praktické použití výsledků .....	39
5.6.1	Metodika stanovení vzdálenosti, ve které se projeví změna rychlosti.....	41
5.6.2	Určení koeficientu zohledňujícího pokles rychlosti $k_v$ .....	42
5.6.3	Určení koeficientu pro rozdílné složení dopravního proudu $k_p$ .....	43
<b>6</b>	<b>Teoretická východiska řešení.....</b>	<b>45</b>
6.1	Testování normality .....	45
6.1.1	Teoretický rozbor Pearsonův $\chi^2$ testu dobré shody .....	46
6.1.2	Teoretický rozbor Kolmogorovova – Smirnovova testu .....	47
6.1.3	Další možnosti vedoucí k přijetí předpokladu o normalitě dat.....	48
6.2	Statistický test hypotéz.....	49
6.2.1	Teoretický rozbor $t$ – testu .....	50
6.2.2	Teoretický rozbor Mann – Whitneyova testu.....	51
<b>7</b>	<b>Popis technického zařízení použitého k měření .....</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>Experimentální část .....</b>	<b>56</b>
8.1	Popis vybraných lokalit.....	57
8.2	Výsledky měření v jednotlivých lokalitách.....	66
8.2.1	Měření v obci Grymov .....	67
8.2.2	Měření v obci Kokory .....	71
8.2.3	Měření v obci Prosenice .....	80
8.2.4	Měření na ulici Želatovské v Přerově .....	85
8.2.5	Popis objektivních nedostatků realizovaných měření.....	96
<b>9</b>	<b>Ověření výsledků statistickým testováním .....</b>	<b>98</b>
9.1	Testování normality .....	98
9.1.1	Testování normality Pearsonovým $\chi^2$ testem dobré shody.....	98
9.1.2	Testování normality Kolmogorovovým - Smirnovovým testem.....	103
9.2	Aplikace Mann – Whitneyova testu.....	106
<b>10</b>	<b>Dosažené výsledky.....</b>	<b>111</b>

10.1 Výpočet vzdálenosti změny rychlosti .....	112
<b>11 Možnosti dalšího praktického využití výsledků práce.....</b>	<b>115</b>
<b>12 Závěr .....</b>	<b>121</b>
<b>Literatura .....</b>	<b>126</b>
<b>Publikace.....</b>	<b>130</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>131</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>137</b>

## Seznam použitého značení

a	zrychlení automobilu	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$
$a_{40}$	zpomalení DP adekvátní snížení rychlosti o $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ v obci Kokory	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$
$a_n$	zpomalení DP	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$
$b_1, b_2, b_3$	brzdná zpomalení referenčních vozidel 1., 2., 3. skupiny	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$
CDV	Centrum dopravního výzkumu	
ČSN	česká státní norma	
ČR	Česká republika	
DI	dopravní inspektorát	
$D_n$	testová statistika Kolmogorovova-Smirnovova testu	$[-]$
$D_{n(\alpha)}$	kritická hodnota Kolmogorovova-Smirnovova testu	$[-]$
DP	dopravní proud	$[-]$
EHK	Evropská hospodářská komise	
$F_O(x)$	distribuční funkce	$[-]$
$H_0$	nulová hypotéza	$[-]$
$H_A$	alternativní hypotéza	$[-]$
$h_i$	hranice třídy	$[-]$
IT	informativní tabule	
j.v.	jednotkové vozidlo	
k	doporučený počet tříd podle Sturgesova pravidla	$[-]$
kat.aut.	kategorie automobilů	
$k_p$	koeficient složení dopravního proudu	$[-]$
$k_v$	koeficient rozdílné změny rychlosti	$[-]$
n	počet měření	$[-]$
NDP	nehomogenní dopravní proud	$[-]$
$n_i$	pozorovaná četnost	$[-]$
$n\pi_{0;i}$	teoretická četnost statistického znaku ve třídě i	$[-]$

p.č.	pořadové číslo	[-]
s	minimální vzdálenost vhodná pro umístění radaru	[m]
s <sub>1</sub>	dráha ujetá během odhadu časové prodlevy po minutí IT	[m]
s <sub>1</sub> , s <sub>2</sub> , s <sub>3</sub>	procentuální zastoupení vozidel skupiny 1., 2., 3.	[%]
s <sub>2</sub>	dráha ujetá během reakce vozidla na rozhodnutí řidiče zvýšit rychlost	[m]
s <sub>3</sub>	dráha ujetá při zvyšování rychlosti z 50 km·h <sup>-1</sup> na 60 km·h <sup>-1</sup>	[m]
š	šířka třídy	[-]
t <sub>1</sub>	odhad časové prodlevy, po kterou řidič akceptuje maximální povolenou rychlost	[s]
T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub>	součet pořadí naměřených hodnot	[-]
t <sub>1a</sub>	časový okamžik, ve kterém začíná vozidlo zvyšovat rychlost	[s]
t <sub>2</sub>	doba reakce řidiče	[s]
t <sub>2a</sub>	časový okamžik, ve kterém vozidlo dosáhlo zvýšené rychlosti	[s]
t <sub>3</sub>	doba na zvýšení rychlosti vozidla z 50 km·h <sup>-1</sup> na 60 km·h <sup>-1</sup>	[s]
TP	technické podmínky	
U <sub>1</sub> , U <sub>2</sub>	označení testové statistiky Mann – Whiteyova testu	[-]
USA	United States of America (Spojení státy Americké)	
v <sub>1</sub>	předpokládaná rychlost vozidla v úrovni informativní tabule	[m·s <sup>-1</sup> ]
v <sub>1a</sub>	rychlost vozidla na začátku úseku, na kterém dochází ke změně rychlosti	[m·s <sup>-1</sup> ]
v <sub>2</sub>	předpokládaná rychlost vozidla v úrovni radaru	[m·s <sup>-1</sup> ]
v <sub>2a</sub>	rychlost vozidla na konci úseku, na kterém dochází ke změně rychlosti	[m·s <sup>-1</sup> ]
V <sub>85</sub>	85. percentil rychlosti	[km·h <sup>-1</sup> ]
$\bar{x}$	odhad střední hodnoty	
$\bar{x}_k$	vážený průměr brzdného zpomalení v podmínkách NDP v obci Kokory	[m·s <sup>-2</sup> ]
$\bar{x}_n$	vážený průměr brzdného zpomalení v podmínkách NDP	[m·s <sup>-2</sup> ]
x <sub>(i)</sub>	naměřená hodnota rychlosti konkrétního vozidla	[km·h <sup>-1</sup> ]
X <sub>krit</sub>	kritická hodnota	[-]

$x_{\max}$	maximum z hodnot naměřených rychlostí v daném výběru	$[\text{km} \cdot \text{h}^{-1}]$
$x_{\min}$	minimum z hodnot naměřených rychlostí v daném výběru	$[\text{km} \cdot \text{h}^{-1}]$
$X_{\text{obs}}$	pozorovaná hodnota testové statistiky	$[-]$
$\alpha$	hladina významnosti	$[-]$
$\mu$	střední hodnota (jednotka závisí na konkrétním statistickém znaku)	$[-]$
$\sigma$	směrodatná odchylka(jednotka závisí na konkrétním statistickém znaku)	$[-]$
$\sigma^2$	rozptyl (jednotka závisí na konkrétním statistickém znaku)	$[-]$
$\chi^2$	kritická hodnota Chí-kvadrát testu	$[-]$

# 1 Úvod

Dopravní nehodovost na pozemních komunikacích se řeší již od doby výskytu první smrtelné dopravní nehody, která se stala v Anglii 1898. [1] Od této doby se hledají možnosti, jak počet nehod a jejich následky snížit.

Dopravní nehodovost, která je považována za celospolečenský problém současné doby, lze účinně snížit zlepšováním pasivních a aktivních vlastností automobilů (ABS, airbagy, bezpečnostní pásy atd.). Neméně účinnými cestami vedoucími ke snižování příčin nehod jsou preventivní akce různého charakteru nebo stavební či organizační opatření přímo realizovaná na pozemní komunikaci. Pro soubor výše uvedených opatření na pozemních komunikacích se používá pojem zklidňování dopravy. Zklidňování dopravy je tematická oblast, která řeší, jak zmírnit nebo kompenzovat negativní účinky rostoucí motorové dopravy. Důsledkem zklidňování dopravy je nejenom snížení počtu dopravních nehod, ale také snižování negativních vlivů na životní prostředí, čímž dochází ke zvýšení kvality života obyvatel.

Prvky zklidňování dopravy jsou v současné době používány poměrně často. Některé prvky zklidnění dopravy jsou rozšířeny hlavně pro jejich snadnou instalaci, zejména se jedná o psychologické prvky (např. figurína policisty, zvýraznění dopravní značky apod.). Tato skutečnost je jedním z faktorů vedoucích k rozšíření těchto prvků. Ovšem nebývají již kvantifikovány vlivy na bezpečnost silničního provozu plynoucí z použití takovýchto prvků. I přes značnou rozšířenost prvků zklidňování neexistují v současné době platné předpisy, normy či metodiky pro použití těchto prvků (výjimkou je dopravní značení). U některých prvků, zejména psychologických, není známa ani jejich účinnost z hlediska časového období, tedy jak dlouho prvek působí na řidiče. Nabízí se tedy možnost výzkumu těchto prvků.

Protože je známo velké množství prvků používaných pro zklidnění dopravy, bude v práci proveden výčet jednotlivých prvků zklidnění dopravy a jejich popis.



## 2 Přehled současného stavu o používaných prvcích zklidňování dopravy

Problematiku zklidňování dopravy v České republice řeší Technické podmínky TP 132 „Zásady návrhu dopravního zklidňování na místních komunikacích“. Tyto technické podmínky jsou předpisem, který vymezuje oblast vhodnosti jeho použití, stanoví cíle zklidňování a nezbytné kroky k jejich naplnění. TP 132 vychází ze znění normy ČSN 73 6110 a jsou v souladu s technickými podmínkami TP 85 „Zpomalovací prahy“ a TP 103 „Navrhování obytných a pěších zón“. Na TP 132 tematicky navazují technické podmínky TP 145 „Zásady pro navrhování úprav průtahů silnic obcemi“.

Prvků zklidňování dopravy je celá řada, viz kapitola 2.1. V podstatě jsou všechna zaměřena na snižování rychlosti vozidel a zvyšování ochrany „nejslabších“ účastníků silničního provozu, kterými jsou chodci a cyklisté.

### 2.1 Zklidňování dopravy

Prvky zklidňování dopravy lze rozdělit do několika kategorií. Ve stručnosti se dají prvky pro zklidňování dopravy rozdělit do následujících skupin:

- 1) Prvky pro snížení rychlosti:
  - a) dopravní značení
  - b) psychologické prvky:
    - zdůraznění značek,
    - figurína policisty,
    - informativní tabule o rychlosti,
    - upozornění na kontrolu rychlosti,
    - optické brzdy,
  - c) fyzické prvky:
    - zpomalovací prahy,
    - směrové vychýlení jízdního pruhu, zúžení vozovky.
  - d) fyzicko-psychologické prvky,
- 2) Úpravy křižovatek:
  - a) úpravy křižovatek vedoucí ke snížení počtu kolizních situací,
  - b) přestavby křižovatek z průsečných a jim podobných na okružní,
- 3) Opatření k ochraně chodců:

- a) rozdělení přechodů ostrůvkem,
  - b) osvětlení přechodů,
  - c) barevné odlišení,
  - d) vysazená chodníková plocha,
  - e) detekce a indikace vstupu chodce do vozovky,
- 4) Úpravy průtahu obcemi:
- a) opatření před vjezdem do obce,
  - b) opatření na vjezdu do obce,
  - c) opatření v průběhu průtahu obcí.

## 2.1.1 Prvky pro snížení rychlosti

### Dopravní značení

Použití dopravního značení je organizačně a také finančně nejméně náročné. Použití dopravního značení je řešeno v technických podmínkách TP 65 „Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích“. Tyto technické podmínky vycházejí ze zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a vyhlášky č. 30/2001 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích.

Nejčastěji používaný způsob snižování rychlosti pomocí dopravního značení je s využitím dopravní značky B 20a Nejvyšší dovolená rychlost. Respektovanost samostatné dopravní značky je však nízká. V místech, kde je kladen důraz na snížení rychlosti a použije se dopravní značka B 20a, se z tohoto důvodu dopravní značka kombinuje společně ještě s jiným opatřením. Pro zvýšení respektovanosti se dopravní značka může také opakovat, dochází-li ke kombinaci dopravní značky s jiným opatřením, mohou se současně použít psychologické či fyzické prvky pro snížení rychlosti.

Ke zpomalení vozidel se používají také informativní značky IP 31a Měření rychlosti. Samotné použití značky ovšem, analogicky jako u dopravní značky B 20a, nemá příliš velkou účinnost.

Za účelem snížení rychlosti se dále používají různé druhy psychologických prvků.

### Psychologické prvky

Úkolem psychologických prvků zklidňování dopravy je přimět řidiče k vyšší pozornosti a ke snížení rychlosti. Jejich slabou stránkou je, že nebývají respektovány neukázněnými řidiči.

Nejméně finančně náročnými a tedy i nejčastěji využívanými psychologickými prvky jsou různé způsoby zvýraznění dopravního značení. Například se používá zvýraznění vyrobené z reflexního odstínu žluté barvy (orámování tvaru dopravní značky).

K dalším psychologickým prvkům se řadí figuríny policistů. Figuríny se umísťují u silnic, kde je požadováno zklidnění dopravy. Smyslem figuríny je přinutit řidiče, aby dbal zvýšené pozornosti a dodržování předpisů. Figuríny se vyrábějí z plastu. Vyobrazení policisty je provedeno pouze na čelní straně. Povrch je upraven tak, aby byl odolný proti různým typům poškození nebo znečištění a aby byl také odolný proti nepříznivým povětrnostním podmínkám. Často je povrch opatřen reflexními materiály.

Jak již bylo uvedeno v podkapitole věnované dopravnímu značení, používají se ke zklidnění také informativní značky IP 31a Měření rychlosti. Protože samotná značka nemá příliš velkou účinnost, používá se v kombinaci s psychologickým prvkem - skříní pro radar na měření rychlosti. Ovšem radar nemusí být v této skříní fyzicky přítomen. Může však být zvolen koncept, kdy se radar přesouvá mezi několika skříněmi. Řidič tak nemá jistotu, zda se radar ve skříní vyskytuje nebo nikoliv. Takto se dá působit na řidiče psychologicky a také represivně.

Další možností, jak řidiče psychologicky upozornit na nebezpečné místo, je použití optické brzdy. Jedná se o opakované příčné pruhy přes vozovku, jejichž hustota se s blížícím se místem, kvůli kterému se optická brzda zřizuje, zvyšuje. Při rychlé jízdě pruhy optické brzdy splynou řidiči v jeden celek. Optická brzda tedy upozorňuje řidiče na velkou rychlost jeho vozidla a na to, že by měl zpomalit. Kromě již výše uvedených dokumentů (TP 65, vyhláška č. 30/2001 Sb.) se řeší optické brzdy jako vodorovné dopravní značky, podrobnosti jsou řešeny v technických podmínkách TP 133 „Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích“. Optická brzda může být doplněna o akustický efekt. Brzda pak působí jednak na vjem zrakový a také na sluchový. Optická brzda je pak provedena ze zvučícího materiálu, jímž může být například Spotflex – nepříznivým efektem je však zvýšení hlukových emisí od automobilů přejíždějících tyto prvky.

Dalším často se vyskytujícím psychologickým prvkem jsou informativní tabule o rychlosti. Tento prvek se umísťuje především na vjezdech do obcí, v blízkosti škol a jiných veřejných institucí. Pro zvýšení psychologického efektu informativních tabulí v blízkosti školy se na tabule přidávají obrázky dětí. Na tabuli se zobrazuje symbol dítěte a v případě překročení maximální povolené rychlosti se dále objevuje přerušovaný

světelný nápis ZPOMALTE. V případě dodržení povolené rychlosti se zobrazuje nápis DĚKUJI.

Příloha č. 1 uvádí příklady psychologických prvků používaných pro zklidňování dopravy.

## **Fyzické prvky**

Použití fyzických prvků pro zklidňování dopravy bývá označováno jako nejúčinnější, ale také nákladnější opatření. Vysoká účinnost fyzických prvků je zapříčiněna tím, že nutí řidiče reagovat na daný fyzický prvek ať už zpomalením rychlosti nebo korekcí směru jízdy. V případě, že by řidič na fyzický prvek nereagoval, ucítí náraz do automobilu, který se bezprostředně přenesse na jeho tělo. Ve srovnání s psychologickými prvky je tedy řidič výrazněji motivován k dodržení rychlosti a směru jízdy.

Nejčastěji používané fyzické prvky jsou zpomalovací prahy, jejichž cílem je donutit řidiče ke snížení rychlosti. Zpomalovací práh je tvořen buď demontovatelnými díly připevněnými k vozovce, nebo stavebním zvýšením samotné vozovky. Demontovatelné prahy mají zpravidla strmější nájezdy a vynucují si tak téměř zastavení vozidla, zatímco v případě stavebního zvýšení vozovky bývá nájezd tvořen pozvolně šikmou plochou. Zpomalovací prahy (zejména příčné) se užívají především na komunikacích v obytných čtvrtích a také v blízkosti škol či přechodů pro chodce. Problematika zpomalovacích prahů je řešena v technických podmínkách TP 85 „Zpomalovací prahy“.

Speciálním případem příčného prahu je zvýšený přechod pro chodce. Tento přechod se může zvýraznit i jiným zbarvením než je barva vozovky např. zvýšený přechod se může opatřit červenou barvou. Takto upravený přechod zvyšuje i bezpečnost chodců, kteří se na něm nacházejí.

Mezi zpomalovací prahy patří také zpomalovací polštáře. Jde o široký zpomalovací práh, který je určen pouze pro jeden jízdní pruh. Aby zpomalovací polštář byl účinný, musí se zamezit jeho objíždění buď stavební úpravou, nebo umístěním zpomalovacího polštáře ve stejném místě i v protisměrném jízdním pruhu. Použitím zpomalovacího polštáře se navíc nezpomalí cyklistická doprava a v některých případech také autobusová doprava.

Používáním zpomalovacích prahů se však zvyšuje hlučnost projíždějících vozidel, což je nutné brát v úvahu při umístění zpomalovacího prahu v obytné zóně. Britská automobilová asociace provedla výzkum [2], při kterém zjistila, že použití zpomalovacích

prahů se dále zvyšuje spotřeba vozidel, tudíž i objem emisí znečišťujících ovzduší. Zpomalovací prahy také zvyšují opotřebení vozidel, zejména vypružení a tlumičů [2].

Dalším fyzickým prvkem je fyzické zúžení vozovky. Tento typ fyzického prvku slouží nejen ke snížení rychlosti, ale také intenzity motorových vozidel, dále zlepšuje podmínky pro parkování a přecházení vozovky.

Zúžení vozovky se používá v následujících variantách:

- bodové zúžení (lokální), které zajistí snížení rychlosti před kritickými místy na vozovce (např. přechody pro chodce),
- opakované bodové zúžení, které zajistí snížení rychlosti v celém úseku zklidněné komunikace.

Provádí se jako:

- boční zúžení – vložení vysazené plochy z boku do vozovky jednostranně nebo střídavě,
- zúžení vozovky středním dělicím ostrůvkem nebo pásem – vložení zvýšeného ostrůvku,
- vyklenuté pásy z dlažby v úrovni vozovky,
- zúžení typu „brána“ – zahrnuje zúžení jízdního pruhu a vychýlení jízdního pruhu,
- optické zúžení vozovky.

Dalším typem fyzického prvku je tzv. šikana, což je příčné posunutí jízdního pruhu fyzicky do paralelního směru o určitou hodnotu směrově vedených protisměrných oblouků malých poloměrů následujících těsně za sebou. Spočívá v úpravě trasy nutící řidiče k opakované změně směru jízdy s malými poloměry.

Šikany se používají:

- jednotlivě na vjezdu do zklidňované komunikace,
- opakovaně k zajištění snížení rychlosti v celém úseku zklidněné komunikace.

Šikany se provádějí jako:

- dlouhé – umožňují průjezd rychlostí  $40 - 60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ,
- krátké – umožňují průjezd rychlostí do  $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Příloha č. 2 uvádí některé z praktických instalací fyzických prvků.

## **Fyzicko-psychologické prvky**

Pro zvýšení účinnosti se jednotlivé prvky kombinují. Mohou se také kombinovat fyzické prvky s fyzickými a psychologické prvky s psychologickými. K příkladům kombinace fyzických s psychologickými prvky je zúžení jízdního pruhu se zpomalovacím prahem nebo zvýrazněná dopravní značka snižující rychlost a informativní tabule o aktuální rychlosti.

Při kombinaci psychologických prvků s fyzickými působí na chování řidiče více smyslů současně (zrak a sluch) a může tak být použitý prvek mnohem účinnější. Je to například osazení pruhu dlažbou.

### **2.1.2 Úpravy křižovatek**

Je obecně známým faktem, že k nejrizikovějším místům na silniční infrastruktuře z pohledu počtu nehod jsou průsečné, stykové a jim tvarově příbuzné typy křižovatek nebo úseky nacházející se v jejich bezprostřední blízkosti. Protože zmiňované typy křižovatek, jsou ze stavebního pohledu specifickými místy na dopravní infrastruktuře, mají své specifické typy úprav. Aby se účinně zamezilo vzniku nehod, je třeba, pokud je to nutné, eliminovat jejich příčiny. Nejčastější příčinou v případě křižovatek je kolize, cílem je tedy snížit možnost jejich výskytu. Snížení počtu kolizí se může provádět dvěma způsoby, buď usměrněním křižovatky, nebo její přestavbou na okružní.

#### **Usměrnění křižovatky**

Je nejčastěji používaným způsobem úpravy křižovatek. Ve srovnání s jinými způsoby jde totiž o nejméně nákladný postup. Tím, že se vymezí možný pohyb dopravních proudů, se sníží možná plocha kolizí jednotlivých proudů a zlepší se tak bezpečnost.

Podle míry usměrnění se rozlišují následující úrovně usměrnění:

- částečné usměrnění, při kterém jsou stavebními úpravami (např. ostrůvky) a dopravními vodorovnými a svislými značkami rozčleněny do jednotlivých jízdních směrů pouze některé dopravní směry. Zpravidla se usměrnění provádí pouze na hlavní či dopravně významnější komunikaci,
- celkové usměrnění, při kterém jsou výše uvedenými stavebními úpravami dotčeny všechny dopravní směry, tzn., že každý dopravní směr má stavebními úpravami a dopravními značkami přesně vymezenou trajektorii.

## **Přestavba křižovatky na okružní křižovatky**

Je dalším z velmi efektivních opatření úprav křižovatek z pohledu zvýšení bezpečnosti provozu. Okružní křižovatky se řadí mezi zvláštní typy usměrněných křižovatek. V základním řešení umožňuje okružní křižovatka na výjezdech takové usměrnění dopravy, které připouští pouze odbočení vpravo a zamezuje jízdě kolem středního ostrůvku proti směru hodinových ručiček. Přestavbou křižovatky na okružní křižovatkou se dále sníží počet kolizních bodů. Pro srovnání: běžně se vyskytující průsečná křižovatka má 16 křížných kolizních bodů, 8 odpojných a 8 přípojných, okružní křižovatka se 4 rameny má pouze 4 odpojné a 4 přípojný kolizní body. U okružní křižovatky se dále nevyskytují křížné kolizní body, jejichž nebezpečnost je nejvyšší.

Pro projektování okružních křižovatek na pozemních komunikacích platí technické podmínky TP 135 „Projektování okružních křižovatek“.

Okružní křižovatky mohou být buď velké s nepojížděným středovým ostrovem a jedním nebo více jízdními pruhy, nebo s částečně pojížděným středovým ostrovem nebo s plně pojížděným středovým ostrovem. Okružní křižovatky s plně pojezdným středovým ostrovem jsou zpravidla tzv. miniokružní. Jízdní soupravy tak mohou projet miniokružní křižovatkou stejně jako průsečnou křižovatkou. V případě velkých okružních křižovatek se střed křižovatek může vyplnit zelení, fontánou, artefaktem apod.

Kromě snížení nehodovosti na křižovatce se okružní křižovatky používají pro zvýšení plynulosti provozu na všech paprscích u křižovatek s větším počtem vjezdů. Také se používají pro zklidnění dopravy, je-li třeba svým tvarem zdůraznit konec komunikace s vyšší návrhovou rychlostí nebo při vjezdu do obce.

Příloha č. 3 ukazuje přestavbu některých křižovatek.

### **2.1.3 Opatření k ochraně chodců**

Jedním z nejdůležitějších cílů zklidnění dopravy je zvýšení bezpečnosti chodců. Na chodce jako nejzranitelnější účastníky dopravního provozu se proto zaměřuje celá řada bezpečnostních opatření na pozemní komunikaci. Často se používají kombinace prvků pro zvýšení bezpečnosti dopravy. Kromě již zmíněných prvků se mohou používat elektronické systémy, které například identifikují chodce na přechodu pro chodce, vysazené chodníkové plochy, rozdělení přechodu ostrůvkem, osvětlení přechodu nebo zvýraznění přechodu výstražnými světly aj. [3]

Bezpečnost chodců na přechodech se zvyšuje použitím více bezpečnostních prvků současně, např. osvětlením přechodu nejenom klasickým světlem, ale i světlem bílé barvy, které je nasměrováno pouze na přechod. Indikuje chodce ještě před vstupem do vozovky a upozorní řidiče přerušovaným svícením LED diod na návěstidle o tom, že se chodec nachází ve vozovce. Pro zvýraznění přechodu ve dne lze dále použít optického klamu, kdy je pomocí nátěrů vytvořen efekt trojrozměrného přechodu. Řidič potom vnímá tento efekt jako překážku.

Příloha č. 4. uvádí příklad přechodu 3. generace, který obsahuje většinu výše uvedených prvků.

### 2.1.4 Úpravy průtahů obcemi

Bezpečnostní opatření na pozemních komunikacích v případě průtahů obcemi se dělí do tří skupin, na opatření:

- před vjezdem do obce,
- na vjezdu do obce,
- v obci.

Cílem opatření na průtahích je především to, aby řidiči nepřekračovali maximální povolenou rychlost. Zvláště, prochází-li rychlostní komunikace obec, je důležité upozornit na začátek obce.

Zásady navrhování úprav obcemi jsou uvedeny v technických podmínkách TP 145.

Jako opatření před vjezdem do obce se používá dopravní značení o omezení rychlosti B 20a Nejvyšší dovolená rychlost, aby se zdůraznilo, že se blíží obec nebo dopravní značky IS 12a Obec.

V některých případech se může jevit jako účelné realizovat na vjezdu do obce vhodnou stavební úpravu, např. okružní křižovatku, šikanu apod., které donutí řidiče reagovat a upravit rychlost jízdy. Také se používá změna povrchu z asfaltového na dlažbu. Je však třeba mít na paměti, že při brzdění na dlažbě má vozidlo delší brzdnou dráhu než na asfaltu.

Za účelem zkrácení brzdné dráhy se může použít povrch Rocbinda [3]. Povrch Rocbinda je drsnější, má tak kratší brzdnou dráhu ve srovnání asfaltovým povrchem. Tento povrch se implementuje na vozovku a je zbarven dočervena. Řidiči vnímají změnu barvy povrchu, čímž podvědomě sníží rychlost jízdy vozidla.



Zklidnění dopravy na průtahu obcí je možno realizovat opakováním stavebních úprav jako na vjezdu do obce. V této souvislosti se osvědčilo zajištění šířkového uspořádání nemotivujícího k překročení rychlosti.

### **2.1.5 Shrnutí**

Problematika snižování dopravní nehodovosti a zklidňování dopravy je velmi rozsáhlá. Za účelem snížení nehodovosti lze použít celou řadu bezpečnostních prvků a opatření. Odborná literatura však neobsahuje příliš mnoho informací týkajících se kvantifikace jejich účinnosti. Zvláště účinnost některých psychologických opatření je z dlouhodobého hlediska minimálně sporná. Vyskytuje-li se některé psychologické opatření na určitém místě dlouhodobě, řidiči, kteří daným místem projíždějí často, si na ně postupně navyknou, což znamená ztrátu jejich účinnosti.

## **2.2 Výzkumy v oblasti efektivity prvků zklidňování dopravy**

Účinnost některých prvků pro zklidňování dopravy byla v minulosti zkoumána. Této problematice budou věnovány podkapitoly 2.2.1 a 4.2.

### **2.2.1 Výzkum v oblasti efektivity figurín policistů**

Na základě dostupných údajů se výzkumem v oblasti efektivity prvků pro zklidňování dopravy systematicky zabývá Centrum dopravního výzkumu v Brně.

Jedno z prvních měření týkajících se posouzení účinnosti psychologických prvků pro zklidňování dopravy, které CDV provádělo, bylo měření v roce 2006 na území města Lipník nad Bečvou, kde byla ověřována účinnost figuríny policisty nacházející se v blízkosti komunikace na chování řidičů. Výsledky prokázaly, že řidiči skutečně reagovali na figurínu policisty, protože docházelo ke snižování rychlosti. Bylo tak prokázáno, že tento typ opatření zvyšuje bezpečnost silničního provozu. Nicméně, analogicky jako u ostatních psychologických opatření, je třeba přistoupit i k určitým modifikacím například nepravdělně nahrazovat figurínu skutečnými policisty, kteří budou měřit rychlost a postihovat přestupky.

### **2.2.2 Výzkum v oblasti efektivity vjezdových ostrůvků do obcí**

Další výzkum, který Centrum dopravního výzkumu Brno v roce 2006 provedlo, bylo ověření účinnosti vjezdového ostrůvku v obci Bedihošť. Postavením oboustranného vjezdového ostrůvku v roce 2005 podle Technických podmínek 145 došlo k vychýlení jízdního pruhu na vjezdu do obce. CDV provádělo měření rychlosti před úpravou (v roce

2003) a po úpravě (v roce 2006). Vyhodnocením průzkumu se zjistilo, že navržená úprava přispěla ke snížení rychlosti na vjezdu do obce, kde nebyla původně maximální povolená rychlost respektována, čímž se zvýšila bezpečnost provozu. Dosažené snížení rychlosti bylo výrazné – došlo k poklesu průměrně o  $20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , tj. o 25 % v porovnání s rychlostí před úpravou. [4]

### 3 Cíl disertační práce

Z celého spektra bezpečnostních opatření bylo v rámci státní doktorské zkoušky doporučeno věnovat se v disertační práci jednomu typu opatření a zhodnotit jeho efektivnost při zavádění do provozu.

Výsledky v minulosti realizovaných výzkumů nesignalizují, že by se dosud někteří autoři systematictěji zabývali výzkumem průběhu rychlosti v prostoru za informativní tabulí.

Ve většině praktických instalací jsou informativní tabule umístěny před místo, kde je požadováno snížení rychlosti. V návaznosti na předchozí odstavec lze tedy tvrdit, že nejsou známy nebo obecně rozšířeny informace o chování řidičů v místech, kde by mělo dojít k ovlivnění rychlosti vozidel. V rámci studovaných publikací nebyla ani nalezena žádná informace týkající se určení vzdálenosti, na kterou je vhodné umístit informativní tabuli před místo vyžadující zklidnění dopravy.

Za tímto účelem byly v rámci státní doktorské zkoušky komisí schváleny následující cíle disertační práce:

- zpracovat poznatky z používání informativních tabulí o rychlosti ze zahraničí do disertační práce,
- zjistit rychlost automobilů za informativní tabulí,
- porovnáním rychlostí automobilů v úrovni informativní tabule a rychlosti v daném místě za informativní tabulí zjistit reakce řidičů na informativní tabuli,
- ověřit efekt informativní tabule na rychlost automobilů,
- ověřit správné používání informativní tabule.

## 4 Poznatky plynoucí z používáním informativních tabulí

V podkapitolách 4.1 a 4.2 jsou uvedeny výzkumy efektivity prvků pro zklidňování dopravy v České republice a v zahraničí. Zpracováním této problematiky bude naplněn první z výše deklarovaných cílů disertační práce.

### 4.1 Výzkum v oblasti efektivity prvků pro zklidňování dopravy v ČR

CDV se v minulosti částečně zabývalo i ověřováním účinnosti informativních tabulí. Ověřování probíhalo ve dvou lokalitách. Obě lokality se nacházely v brněnských městských částech. V obou případech bylo ovšem použito rozdílné měřicí aparatury a tedy i rozdílného způsobu měření.

V prvním případě byla rychlost automobilů v okolí informativní tabule ověřována v roce 2006 v městské části Brno – Nový Lískovec před a po její instalaci. Tabule byla instalována v blízkosti přechodu pro chodce. Měření bylo provedeno pomocí Dopplerova radaru v jízdním pruhu přilehlém k instalované informativní tabuli. Účinnost byla ověřována prostřednictvím změn hodnot rychlosti  $V_{85}$  a procenta vozidel, která překročila maximální povolenou rychlost na území obce  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Výsledky měření jsou uvedeny v Tab. 4.1.

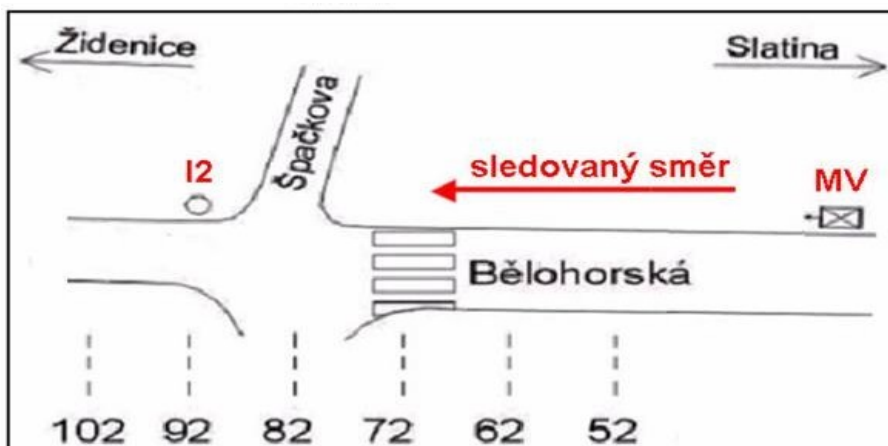
Tab. 4.1 Zjištěné hodnoty rychlosti  $V_{85}$  a podílů vozidel překračujících nejvyšší povolenou rychlost (měřenou před a po instalaci informativní tabule) [5]

	Před instalací IT	Po instalaci IT
$V_{85} [\text{km} \cdot \text{h}^{-1}]$	50	51
Překročení $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ [%]	17	18

Z dosažených výsledků je zřejmé, že překračování nejvyšší dovolené rychlosti nebylo časté ani před instalací informativní tabule (17 % vozidel překročilo rychlost  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) ani po její instalaci (18 % vozidel překročilo rychlost  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ). Průměrná rychlost v obou etapách měření se po instalaci informativní tabule se paradoxně zvýšila z  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na  $51 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

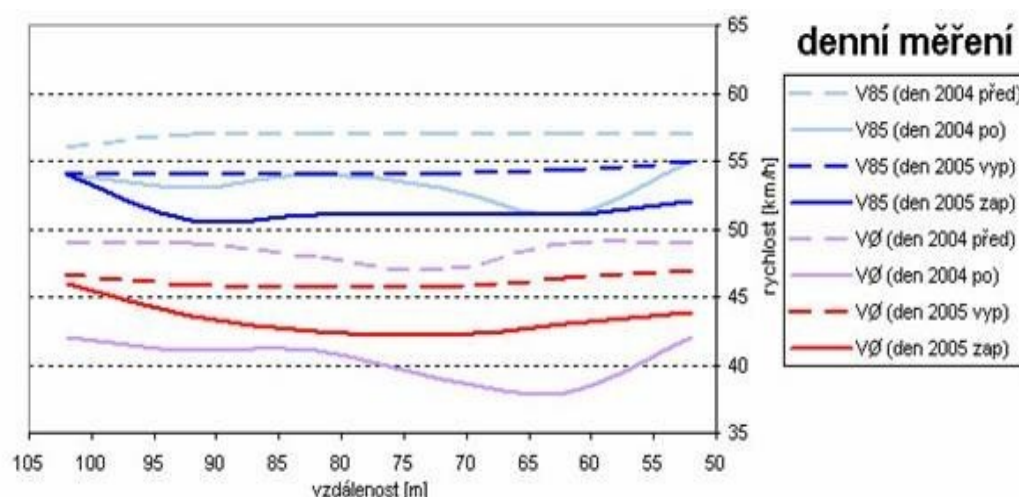
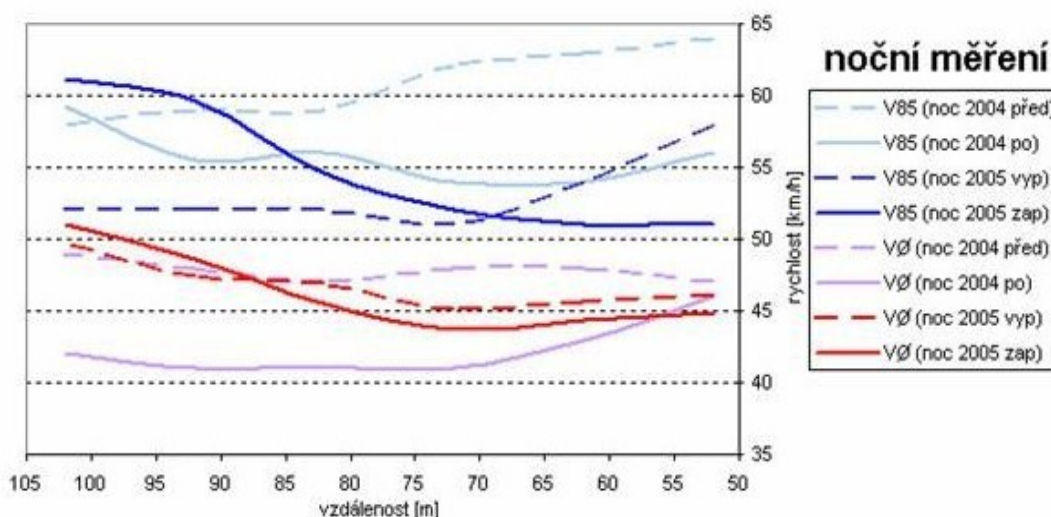
Řešitelé zhodnotili měření následujícím závěrem: „Lze konstatovat, že v uvedeném případě nebyla instalace informativní tabule nutná. Řidiči přiměřeně dodržují nejvyšší dovolenou rychlost a není proto potřeba používat další nástroje zvyšování bezpečnosti. Samotná realizace zařízení je nevhodným příkladem. Zhotovitel měl přednostně vycházet ze znalosti rychlosti vozidel v daném úseku před realizací.“ [5]

V druhém případě měření probíhalo v městské části Brno – Židenice. V tomto případě se ověřovala účinnost již dříve instalované informativní tabule, která je umístěna na vjezdu do úseku s nejvyšší dovolenou rychlostí  $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Měření se provádělo před instalací zařízení, po uplynutí jednoho týdne po instalaci, po uplynutí jednoho roku po instalaci s vypnutým radarem a po uplynutí jednoho roku po instalaci se zapnutým radarem. Ve všech uvedených termínech proběhla vždy dvě kontinuální měření rychlostí, přičemž rychlost byla měřena laserovou pistolí s počítačovým záznamem. První kontinuální měření probíhalo za denního světla (denní měření), druhé kontinuální měření probíhalo za snížené viditelnosti (noční měření).



Obr. 4.1 Schéma umístění stanoviště měřícího vozidla (MV), informativní tabule (I2) a šest vyhodnocených vzdáleností měřených od MV [6]

Rychlosti byly vyhodnocovány v šesti profilech (viz Obr. 2.1.). V následujících obrázcích Obr. 4.2 a Obr. 4.3 je vidět grafický průběh rychlosti  $V_{85}$  a průměrné rychlosti ve sledovaném úseku pro všech osm měření.

Obr. 4.2 Průběh rychlosti  $V_{85}$  a průměrné rychlosti ve sledovaném úseku pro osm měření ve dne [6]Obr. 4.3 Průběh rychlosti  $V_{85}$  a průměrné rychlosti ve sledovaném úseku pro osm měření v noci [6]

Měření vyhodnotili řešitelé takto: „Celkově jsou srovnání příznivá. Radar na řidiče dlouhodobě působí a ti si zvykli snižovat rychlost. Přispívá tedy ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu. Bohužel ani nejnižší rychlosti se neblíží příkázané rychlosti 30 km/h. Pomoci by mohlo spojení radarového měření s policejním postihováním rychlosti (zvláště v nočních hodinách), případně obměna místa umístění zařízení. Do budoucna je každopádně potřeba měření opakovat a dále tak sledovat vývoj efektivnosti v delším časovém období.“ [6]

Ověření účinnosti informativních tabulí, které provedlo Centrum dopravního výzkumu, nedává z hlediska posouzení účinnosti jednoznačné výsledky. V případě lokality Brno – Nový Lískovec nedošlo k prokázání změny rychlosti, v případě lokality Brno – Židenice sice došlo k mírnému poklesu rychlosti v úrovni informativní tabule, avšak ne na maximální povolenou rychlost 30 km·h<sup>-1</sup>. Navíc, přibližně po 10 metrech za informativní tabulí umístěnou v Brně – Židenicích se rychlost opět zvýšila. CDV měřilo

rychlost před informativní tabulí nebo v místě, kde je umístěná. Informativní tabule se ovšem umísťují před místem, kde chceme docílit nižší rychlosti. Není tak ověřena rychlost automobilů za bezpečnostním prvkem, ale před, kde není místo zájmu pro zvýšení bezpečnosti. Viditelné je to na Obr. 4.2 a Obr. 4.3. Informativní tabule je umístěna ve vzdálenosti přibližně 92 m. Na obrázcích je pak patrné, že před touto hodnotou dochází k poklesu rychlosti. Pokles rychlosti ovšem nemusí zcela souviset s psychologickým vlivem informativní tabule, ale vliv může mít také blízký přechod pro chodce a křižovatka, které se nachází před informativní tabulí.

## **4.2 Výzkum v oblasti efektivit prvků pro zklidňování dopravy v zahraničí**

Informativní tabule jako psychologické prvky zklidňování dopravy jsou také používány v zahraničí. Používají se ve dvou variantách. A to jako ukazatel rychlosti nebo také značka upozorňující na překročení či dodržení rychlosti nebo na blízkost se nebezpečí (zatačku, křižovatku).

### **4.2.1 Zkušenosti z Velké Británie**

Informativní tabule i v zahraničí upozorňují na překročení rychlosti. Zobrazují nápisy nebo symboly. Pro tento typ tabulí se v angličtině používají výrazy speed reduction sign, speed feedback sign. Ve Velké Británii se obecně používá termín vehicle-activated sign. Na těchto typech informativních tabulí se zobrazuje anglický nápis SLOW DOWN (zpomalit), který se rozsvítí po průjezdu automobilu s vyšší než povolenou rychlostí. Kromě nápisu se používá upozornění na maximální povolenou rychlost pomocí piktogramů. Upozornění se provádí pomocí zobrazení dopravní značky nebo směřícího se či mračícího se piktogramu. Při použití informativní tabule, která zobrazuje dopravní značky, je použita značka o maximální dovolené rychlosti, která se na informativní tabuli zobrazí po projetí automobilů s rychlostí přesahující rychlostní limit v daném úseku. Také se používá kombinace nápisu a symboliky. Například před nepřehlednou zatačkou nebo křižovatkou se na informativní tabuli zobrazí dopravní značka zatačka nebo křižovatka s nápisem SLOW DOWN. Mimo již uvedené metody se používá také symbolu kamery, zobrazující se pomocí přerušovaného světelného symbolu, která má řidiče upozornit na překročení rychlosti a možné měření policejním radarem.

Těmto značkám předcházely koncem 60. let minulého století automatické značky upozorňující řidiče na nedodržení bezpečné vzdálenosti. Ve Velké Británii se nazývaly

close following sign (značka odstupu). Značka řidičům zobrazovala nápis MOVE APART (pohybovat se odděleně).

Mimo tyto značky se již začaly ojediněle objevovat první typy značek speed reduction sign (značka snížení rychlosti), které zobrazovaly nápis SLOW DOWN a hodnotu rychlostního limitu v mílech za hodinu.

Ve Velké Británii se také jako jedni z prvních začali zabývat ověřením účinnosti těchto značek. Jeden z prvních výzkumů byl proveden koncem 70. let minulého století. Výzkum byl proveden u značek upozorňujících na dodržení odstupu a u značek upozorňujících na nutnost snížit rychlost. Výzkumem bylo zjištěno, že zobrazované hodnoty rychlostí na značkách měly klesající tendenci. Naznačuje to, že někteří řidiči se naučili přizpůsobit rychlost svého vozidla tak, aby nedošlo k zobrazení výstražného nápisu na informativní tabuli. V případě výzkumu účinnosti značky upozorňující na nutnost dodržení odstupu bylo zjištěno, že došlo k poklesu dopravních nehod v přilehlých úsecích. Nepodařilo se však prokázat statistickou významnost poklesu počtu nehod, protože počet realizovaných měření nehodovosti nebyl dostatečný. [7]

Rozsáhlejší výzkum byl proveden kolem roku 2000 v hrabstvích Norfolk, Kent, West Sussex a Wiltshir (více lokalit bylo zvoleno za účelem zkoumání reakcí ovlivněných možnými regionálními zvyklostmi) na nových typech vozidlem aktivovaných značek (bylo uvedeno výše). Tyto značky začaly postupně nahrazovat původní typy dopravních značek a jejich tvůrci si od nich slibovali komplexnější zvýšení úrovně bezpečnosti. Nejsou tedy primárně určeny pouze k upozorňování na nutnost snížit rychlost. Rychlost je u nich pouze jeden z hodnocených faktorů. Výsledky byly ve všech lokalitách podobné. Přibližně 80 % řidičů jezdilo danou lokalitou pravidelně, minimálně jednou za měsíc. Měli tak přehled o důležitém dopravním značení. Většina řidičů snížila rychlost v závislosti na vozidlem aktivované značce zobrazující rychlostní limit. Přesto v jedné z lokalit, kde byla maximální rychlost  $40 \text{ mil} \cdot \text{h}^{-1}$ , třetina řidičů tuto povolenou rychlost překročila. Ve srovnání s ostatními lokalitami šlo o významnější počet řidičů. Ve zbývajících 3 lokalitách totiž povolenou rychlost překročilo pouze přibližně 5 % řidičů. [7]

V rámci zjišťování účinnosti těchto nových typů značek se také hodnotily behaviorální vlivy. Za tím účelem byl ve 3 lokalitách v hrabství Norfolk a v jedné lokalitě v hrabství Wiltshire proveden průzkum veřejného mínění, ve kterém byli řidiči, kteří kolem dané značky projeli, dotazováni zejména na to, zda porozuměli účelu značky a principu její funkce. Dále byli dotazováni, zda se domnívají, že vozidlem aktivované značky jsou vhodné pro zvýšení bezpečnosti či nikoliv. V místech, kde byly umístěny



vozidlem aktivované značky zobrazující maximální povolenou rychlost, téměř 2/3 řidičů uvedlo, že hlavním účelem je snížit rychlost. Jedna polovina dotázaných uvedla, že hlavním účelem je dodržení povolené rychlosti. V případě použití vozidlem aktivované značky se symboly zobrazující křižovatku, zatáčky atd. se 3/4 řidičů domnívalo, že hlavním účelem je snížit rychlost jedoucích vozidel. Přibližně 1/3 řidičů se domnívalo, že účelem je upozornit na nebezpečí (řidiči mohli odpovídat na více otázek). [7]

Při zkoumání vlivu zobrazování bezpečnostní kamery se většina řidičů domnívalo, že mohou být pokutováni, ale v případě zobrazení maximální povolené rychlosti pokutu dostat nemohou. Na dotaz, zda by bezpečnostní kamera přinutila řidiče dodržet rychlostní limit, odpověděly 3/4 řidičů kladně. [7]

Používání vozidly aktivovaných značek bylo obecně řidiči přijímáno kladně. Značky byly zejména chápány jako přínos ke snižování rychlosti automobilů. Řidiči uváděli, že při průjezdu kolem těchto značek začali více věnovat pozornost aktuální rychlosti svého automobilů. [7]

Příloha č. 5 uvádí příklady informativních tabulí používaných ve Velké Británii.

## **Dílčí shrnutí poznatků z výzkumů prováděných ve Velké Británii**

Výzkumy ve Velké Británii byly zaměřeny na celkové testování účinnosti vozidlem aktivovaných značek, které byly instalovány za účelem snížení rychlosti a nehodovosti. Ověření účinnosti se provádělo na značkách zobrazujících jednoduché vzkazy týkající se upozornění na přítomnost prvků, které zvyšují riziko vzniku dopravní nehody (zatáčky, křižovatky nebo překročení rychlostních limitů). V rámci výzkumu bylo zjištěno, že je výhodnější, aby se výstražný nápis neobjevoval trvale, ale pouze konkrétnímu řidiči, například tomu, který je na hranici povolené rychlosti.

Efektem ze značek zobrazujících maximální povolenou rychlost řidičům, kteří jsou na její hranici nebo nad ní, bylo snížení průměrné rychlosti vozidel průměrně o 3 až 9  $\text{mil} \cdot \text{h}^{-1}$ . V případě použití výstražných značek upozorňujících na křižovatky a nehody, došlo ke snížení průměrné rychlosti o 7  $\text{mil} \cdot \text{h}^{-1}$ , značka zobrazující kameru pomocí přerušovaného světelného signálu přinesla průměrné snížení rychlosti o 4  $\text{mil} \cdot \text{h}^{-1}$ . V celém hrabství Norfolk bylo prokázáno statisticky významné snížení nehodovosti o 1/3. Pokud srovnáme původní úroveň nehodovosti bez instalovaných značek se skutečným stavem po instalaci značek, značka přerušovaně zobrazující symbol kamery dostatečně snížila nehodovost před místem, kde byla samotná měřicí kamera umístěna. [7]

Autoři výzkumu shrnuli výsledky do následujících bodů:

- řidiči mohou být ovlivněni výrazně snížit rychlost, pokud jsou konkrétně zaměřeni, pevné značky mají menší efekt,
- vozidlem aktivované značky jsou velmi účinné ve snižování rychlosti, zejména jsou schopné snížit počet řidičů, kteří překročili rychlost,
- neexistuje žádná známka toho, že by řidiči přestali reagovat na značky během 3 let po instalaci,
- náklady na provoz značek jsou nízké,
- bylo prokázáno snížení nehodovosti. [7]

#### 4.2.2 Zkušební z USA

Další zahraniční výzkum ve věci zjišťování účinnosti informativních tabulí, byl prováděn v USA ve městě Bellevue ve státě Washington, ve městě Whittier v Californii a ve městě Grand Grove v Californii. Výsledky těchto výzkumů byly zveřejněny v publikaci [8]. Informace o těchto výzkumech však byly jen velmi strohé.

Autoři rešerše uvádějí, že v městě Bellevue bylo instalováno 20 stacionárních informativních tabulí na 14 ulicích s maximální rychlostí  $25 \text{ mil} \cdot \text{h}^{-1}$  a na 6 ulicích s maximální rychlostí  $30 \text{ mil} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Výsledky ukazují snížení rychlosti o 1 až  $5 \text{ mil} \cdot \text{h}^{-1}$  v 85. percentilu a to ve většině lokalit. V některých případech bylo dosaženo dokonce snížení o  $5,5 \text{ mil} \cdot \text{h}^{-1}$ . V jednom případě byla rychlost považována za stejnou. Výzkumem se zjistilo, že omezená účinnost informativních tabulí byla zapříčiněna příliš krátkou vzdáleností místa za informativní tabulí, ve kterém probíhalo kontrolní měření nebo nedostatečnou vzdáleností informativní tabule od místa, ve kterém ji řidiči spatřili. Také bylo zjištěno, že informativní tabule si zachovávají účinnost i několik let po jejich instalaci. Řešitelé dále upozornili na zjištění, že na místech, kde před instalováním informativní tabule byla rychlost vyšší o více než  $5 \text{ mil} \cdot \text{h}^{-1}$ , tyto tabule nepřinesly snížení rychlosti pod  $5 \text{ mil} \cdot \text{h}^{-1}$  v 85 % případů, tzn., že výraznější účinnost informativních tabulí na řidiče výrazněji překračující povolený rychlostní limit se neprokázala. [8]

Další výzkum byl proveden ve městě Whittier v Californii. Informativní tabule byly rozmístěny na 10 ulicích s povolenou rychlostí pohybující se v intervalu od 25 do  $35 \text{ mil} \cdot \text{h}^{-1}$  v blízkosti škol a byly v provozu vždy pouze dvě hodiny před začátkem vyučování a dvě hodiny po ukončení vyučování. Výsledek výzkumu sice prokázal snížení rychlosti v rozmezí od 5 až 20 %, avšak většina rychlostí během měření

byla vyšší než  $5 \text{ mil} \cdot \text{h}^{-1}$  nad stanovený limit, přičemž překročení se pohybovalo v rozmezí od 1,3 do  $8,4 \text{ mil} \cdot \text{h}^{-1}$ . [8] Další podrobnosti o tomto výzkumu však v rešerši uvedeny nejsou.

Ve městě Grand Grove v Californii byly informativní tabule umístěny na 4 silně zatížených silnicích (počty automobilů se pohybovaly od 8 000 do 29 200 za den). Z pohledu počtu jízdních pruhů v jednom směru se jednalo o různé komunikace, vyskytovaly se komunikace se 2 a se 4 pruhy. Na třech silnicích byla maximální rychlost  $35 \text{ mil} \cdot \text{h}^{-1}$  a na jedné byla rychlost  $25 \text{ mil} \cdot \text{h}^{-1}$ . Podobně jako ve městě Whittretier byly informativní tabule umístěny u škol a aktivní byly pouze dvě hodiny před začátkem a po ukončení školní výuky. Podle výsledků měření se jeví, že instalací informativní tabulí nebyla rychlost snížena. [8]

### **Dílčí shrnutí poznatků z výzkumů prováděných v USA**

Podle výsledků prováděných výzkumů v USA se dá konstatovat, že informativní tabule zpravidla docílily snížení rychlosti v měřených lokalitách. Nicméně, rychlost se i tak ve většině případů pohybovala nad maximální povolenou rychlostí. Jako další užitečný poznatek z těchto výzkumů slouží zjištění o době účinnosti informativní tabule. Autoři výzkumu neprokázali, že by účinnost informativní tabule na jednom místě překročila maximálně 2 roky. Dospěli tedy k názoru, že by se informativní tabule měly pravidelně přemísťovat na různá místa, aby zůstaly účinným opatřením. Jinak informativní tabule ztrácí smysl bezpečnostního opatření. Také informace o nedostatečné vzdálenosti místa lokalizace informativní tabule od místa, kdy řidiči zpozorují informativní tabuli, je z hlediska účinnosti podstatná a měla by být brána na zřetel. Bohužel, podrobnější informace tohoto typu v rešerši absentují.

Mimo zjišťování výzkumu prováděného v souvislosti s informativními tabulemi se zjišťovalo také, zda existuje legislativa vztahující se k této problematice. Zájem byl zaměřen především do Velké Británie. Zájem o Velkou Británii je zdůvodněn dostupnými výzkumy z oblasti vozidly aktivovaných značek a také nalezením několika firem, které se zabývají prodejem a instalací informativních tabulí ve Velké Británii. Na internetovém portále ministerstva dopravy v sekci zabývající se legislativou nebyl nalezen žádný předpis týkající se informativních tabulí.

## 5 Metodika plnění cílů 2 až 5

Z množství bezpečnostních opatření byl vybrán bezpečnostní psychologický prvek pojmenovaný jako informativní tabule. Popis informativní tabule je v bodě 2.1.1.

Příloha č. 1. zobrazuje vzhled používaných informativních tabulí.

V rámci kapitoly 4 bylo uvedeno, že v literatuře, která byla v souvislosti s tvorbou disertační práce studována, nejsou obsaženy informace o změnách rychlosti vozidel v prostoru za informativní tabulí. Přitom tato problematika je z hlediska posouzení účinnosti uvedeného typu opatření poměrně zásadní, jelikož informativní tabule se neumísťují přímo v protekčním místě, ale v určité vzdálenosti před ním. Z těchto důvodů bude výzkum zaměřen na zjištění rychlosti vozidel za informativní tabulí.

Při plnění cílů 2 až 5 disertační práce bude postupováno v několika fázích. V první fázi se lokalizuje místo (místa) vhodné (vhodná) z hlediska získání dat o reálném provozu, která jsou klíčová pro získání informací o účinnosti informativních tabulí. Ve druhé fázi řešení bude diskutována otázka rozsahu klíčových dat o reálném provozu. V dalších fázích řešení bude probíhat vlastní sběr dat a jejich statistickému testování a vyhodnocování účinnosti informativních tabulí. V závěrečné fázi budou získané poznatky aplikovány na problematiku vhodnosti umísťování informativních tabulí před protekčními místy. V základních úvahách bude pozornost věnována této problematice z pohledu nařízené hodnoty poklesu rychlosti a skladby dopravního proudu.

### 5.1 *Fáze stanovení minimální vzdálenosti vhodné pro umístění kontrolního radaru za informativní tabulí*

V případě stacionárních informativních tabulí, jejichž používání je v podmínkách ČR nejrozšířenější, existuje jediná možnost, jak jejich účinnost zkoumat a to měřit rychlost vozidel za informativní tabulí pomocí kontrolního radaru. Za tím účelem je zapotřebí stanovit polohu stanoviště kontrolního měření. Stejného efektu je dosaženo, stanoví-li se vzdálenost, na kterou má být kontrolní radar za informativní tabulí umístěn. Ta velice úzce souvisí se vzdáleností, ve které se za informativní tabulí projeví změna rychlosti.

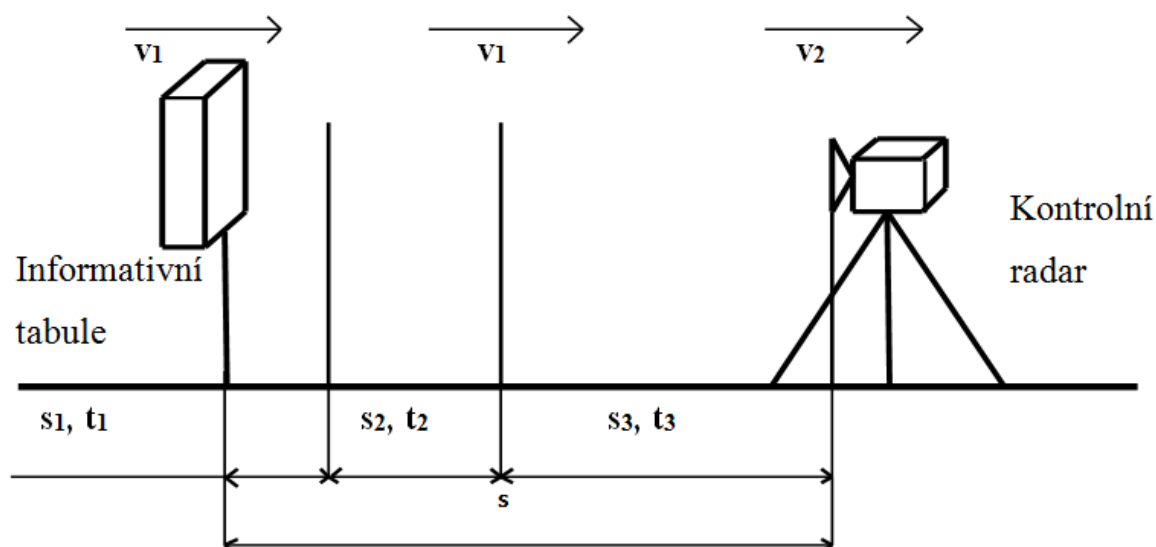
Při výpočtu minimální vzdálenosti polohy kontrolního radaru za informativní tabulí bude uvažováno s následujícím modelovým chováním řidiče majícím do jisté míry opodstatnění v reálném chování. Protože se informativní tabule umísťují především v obcích, dá se předpokládat, že řidič přizpůsobí rychlost vozidla tak, aby při průjezdu

kolem informativní tabule dodržel maximální povolenou rychlost v obci  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Po minutí informativní tabule se dá očekávat, že řidič nabude dojmu, že minul místo na komunikaci, které vyžaduje striktní dodržení rychlosti  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a že se nedopustí závažnějšího protiprávního jednání, když zvýší rychlost svého vozidla přibližně na hodnotu  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Dále se nepředpokládá, že by řidiči po uplynutí výše uvedených dvou sekund využili maximální zvýšení rychlosti vozidla. Proto pravděpodobně nedojde k častému překročení povolené maximální rychlosti o  $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Minimální vzdálenost pro měření rychlosti kontrolním radarem by tedy měla být taková, aby prokázala zvýšení rychlosti z hodnoty  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na hodnotu  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Pro výpočet vzdálenosti radaru za informativní tabulí je však potřeba znát zrychlení automobilu. Hodnota zrychlení se určí na základě dynamických vlastností typového vozidla.

Nejrozšířenějším typem automobilů v ČR je podle centrálního registru vozidel Škoda Felicia, těchto vozidel je na území ČR zaregistrováno 387 068, druhý nejrozšířenější typ je Škoda Fabia s 382 871 automobily. [9] Automobil Škoda Felicia dosahuje zvýšení rychlosti z 0 na  $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  v časovém intervalu od 13,9 do 16,5 s. [10] Pro srovnání Škoda Fabia v základní verzi dosahuje zvýšení rychlosti z 0 na  $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  v časovém intervalu od 12,6 po 16,5 s. [11] Pro výpočet modelového zrychlení vozidel se bude používat průměrná délka časového intervalu ve kterém dojde ke zvýšení rychlosti vozidla typu Škoda Felicia z 0 na  $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , průměrná hodnota intervalu činí 15,2 s. Tato hodnota rámcově koresponduje i s hodnotou délky časového intervalu, ve kterém dojde ke zvýšení rychlosti vozidla typu Škoda Fabia z 0 na  $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Dále se při výpočtu minimální vhodné vzdálenosti pro umístění kontrolního radaru za informativní tabulí musí počítat s určitým časovým prodlením, obsahujícím reakci řidiče než si uvědomí, že začne zrychlovat (tato prodleva se dá uvažovat ve výši 1 s) a s dobou po které začne vozidlo reagovat na sešlápnutí akceleračního pedálu (tato prodleva se dá uvažovat rovněž ve výši 1 s). [12]

Hodnoty uvedené v předchozích dvou odstavcích je nutno chápat pouze jako orientační, protože zrychlení ve skutečnosti závisí především na výkonu motoru, na hmotnosti jedoucích osob, přepravovaného nákladu apod. Slouží jen pro získání představy o vhodné vzdálenosti mezi informativní tabulí a kontrolním radarem.



5.1 Schéma výpočtu vzdálenosti [autor]

Níže je uveden výpočet minimální vzdálenosti umístění kontrolního radaru za informativní tabulí za pomoci modelových hodnot dob potřebných ke zvýšení rychlosti vozidla z  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , k reakci řidiče a prodlevy reakce vozidla typu Škoda Felicia. Nejdříve je zapotřebí vypočítat hodnotu modelového zrychlení vozidla.

### Zrychlení automobilu Škoda Felicia

Okamžité zrychlení automobilu je zrychlení v daném časovém okamžiku  $t \rightarrow 0$ . Hodnota okamžitého zrychlení se potom vypočítá ze vztahu (5.1):

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2} [m \cdot s^{-2}] \quad (5.1)$$

Průměrné zrychlení je zrychlení, které se určí jako podíl změny rychlosti za daný časový interval a délky tohoto časového intervalu, tj.(5.2):

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} [m \cdot s^{-2}] \quad (5.2)$$

### Hodnoty potřebné k výpočtu:

$$v_{1a} = 0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}, \quad v_{2a} = 100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 27,78 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$t_{1a} = 0 \text{ s}, \quad t_{2a} = 15,2 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{|v_{1a} - v_{2a}|}{|t_{1a} - t_{2a}|} = \underline{\underline{1,83 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}}$$

**Doba potřebná  $t_3$  na ujetí vzdálenosti při zvyšování rychlosti z  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$** 

Obecně:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{|v_1 - v_2|}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{|v_1 - v_2|}{a} [\text{s}] \quad (5.3)$$

**Hodnoty potřebné k výpočtu:**

$$\Delta t = t_3, v_1 = 50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 13,89 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, v_2 = 60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 16,67 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$a = 1,83 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$t_3 = \frac{|v_1 - v_2|}{a} = \underline{\underline{1,52 \text{ s}}}$$

**Dráha ujetá během reakce řidiče a reakce vozidla**

Označme  $s_1$  dráhu vozidla ujetou během reakce řidiče a  $s_2$  dráhu vozidla ujetou během jeho reakce. Jelikož pohyb vozidla během těchto dob je možno považovat za rovnoměrný a obě doby mají stejnou hodnotu, mohou být obě hodnoty zjištěny jedním výpočtem, tj. viz vztah (5.4).

$$s_{1,2} = v_{1,2} \cdot t_{1,2} [\text{m}] \quad (5.4)$$

**Hodnoty potřebné k výpočtu:**

$$v_{1,2} = 50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 13,89 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$t_1 = t_2 = 1 \text{ s}$$

$$s_{1,2} = v_{1,2} \cdot t_{1,2} = \underline{\underline{13,89 \text{ m}}}$$

Pro výpočet dráhy, kterou vozidlo ujede při zvýšení rychlosti z hodnoty  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na hodnotu  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  se použije vzorec pro výpočet dráhy rovnoměrně zrychleného pohybu při konstantním zrychlení, pak platí:

$$v = \int a \, dt = at + v_0 [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (5.5)$$

Pak dráha se vypočte:

$$s = \int v \, dt = \int (at + v_0) dt = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + s_0 [\text{m}] \quad (5.6)$$

Kde  $v_0$  a  $s_0$  je rychlost v čase  $t = 0 \text{ s}$ .

**Dráha ujetá při zrychlení z  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  podle (5.6)**

**Hodnoty potřebné k výpočtu:**

$$v_0 = 13,89 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, a = 1,83 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}, t_3 = 1,52 \text{ s}$$

$$s_3 = v_0 \cdot t + \left( \frac{1}{2} \cdot a \cdot t_3^2 \right) = \underline{\underline{23,21 \text{ m}}}$$

**Minimální vzdálenost vhodná pro umístění radaru**

$$s = s_1 + s_2 + s_3 \quad [m] \quad (5.7)$$

**Hodnoty potřebné k výpočtu:**

$s_1 = 13,89 \text{ m}$ ,  $s_2 = 13,89 \text{ m}$ ,  $s_3 = 23,21 \text{ m}$

$$s = s_1 + s_2 + s_3 = \underline{\underline{50,99 \text{ m}}}$$

Vysvětlivky:

$a$  – zrychlení automobilu [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ],

$s$  – minimální vzdálenost vhodná pro umístění radaru [m],

$s_1$  – dráha ujetá během odhadu časové prodlevy po minutě IT [m],

$s_2$  – dráha ujetá během reakce vozidla na rozhodnutí řidiče zvýšit rychlost [m],

$s_3$  – dráha ujetá při zvyšování rychlosti z  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  [m],

$t_1$  – odhad časové prodlevy, po kterou řidič akceptuje maximální povolenou rychlost [s],

$t_{1a}$  – časový okamžik, ve kterém začíná vozidlo zvyšovat rychlost [s],

$t_2$  – doba reakce řidiče [s],

$t_{2a}$  – časový okamžik, ve kterém vozidlo dosáhlo zvýšené rychlosti [s],

$t_3$  – doba na zvýšení rychlosti vozidla z  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  [s],

$v_1$  – předpokládaná rychlost vozidla v úrovni informativní tabule [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ],

$v_{1a}$  – rychlost vozidla na začátku úseku, na kterém dochází ke změně rychlosti [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ],

$v_2$  – předpokládaná rychlost vozidla v úrovni radaru [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ],

$v_{2a}$  – rychlost vozidla na konci úseku, na kterém dochází ke změně rychlosti [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ].

Z provedených výpočtů je patrné, že chceme-li kontrolním radarem zaregistrovat zvýšení rychlosti o  $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  za předpokladu, že rychlost vozidla v úrovni informativní tabule odpovídá rychlosti  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a řidič bude jednat způsobem, který byl popsán výše, musíme kontrolní radar umístit minimálně ve vzdálenosti 50,99 m za informativní tabulí. Pro další postup bude hodnota zaokrouhlena na 50 m.

Pro výpočet snížení rychlosti za informativní tabulí se bude vycházet ze stejného postupu jako při výpočtu potřebné vzdálenosti pro zvýšení rychlosti z  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Ovšem, místo zrychlení bude uvažováno se zpomalením vozidla. Tedy řidič bude korigovat rychlost vozidla z  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Podle v současnosti platné legislativy musí automobil splňovat minimální střední brzdné zpomalení  $5,76 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  [13]. S touto hodnotou se ovšem uvažuje pouze pro krizové brzdění vozidla vedoucí k jeho úplnému zastavení. Pro uvažovanou korekci rychlosti budeme uvažovat, že řidič vyvolá menší brzdné zpomalení přibližně ve výši poloviny minimálního středního brzdného zpomalení. Ve výpočtu se tedy použije brzdné zpomalení ve výši  $2,88 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Pokud do vztahů (5.3) a (5.6) místo hodnoty zrychlení automobilu  $1,83 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  dosadíme hodnotu



brzdného zpomalení  $2,88 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , vypočte se dráha potřebná pro požadované snížení rychlosti vozidla. Poté se zjistí, že potřebná vzdálenost pro snížení rychlosti je 17,78 metrů. Pokud budeme uvažovat také s dobou reakce řidiče a dobou reakce vozidla, které byly stanoveny každá na 1 sekundu, potřebná dráha pro zpomalení bude 45,56 metrů. Tedy dráha pro požadované zpomalení vychází kratší než dráha potřebná pro zrychlení. Opět se tedy potvrzuje, že vzdálenost minimálně 50 metrů je dostatečná pro zjištění, zda řidič upravil rychlost, kterou měl informativní tabuli či nikoliv.

Aby naměřené hodnoty měly patřičnou statistickou vypovídací schopnost, je potřeba stanovit minimální rozsahy statistických souborů reálných dat.

## **5.2 Fáze stanovení minimálního rozsahu statistických souborů**

Stanovení počtu měření, tedy počtu vozidel, u kterých je třeba změřit rychlost, aby bylo možno provést posouzení statistické významnosti změn rychlosti vycházelo z doporučení uvedených v odborné literatuře [14]. Uvedená literatura v kapitolách věnovaných stanovení nezbytného rozsahu statistického souboru však vychází z poměrně striktních předpokladů, jako např. z předpokladu o existenci normality statistických dat nebo vzájemné nezávislosti statistických souborů, které mají prokázat účinnost uvedeného opatření. Protože předpoklad normality není možno pro měřené případy jednoznačně obecně přijmout a nezávislost statistických souborů (tzn. souborů rychlostí naměřených u informativní tabule a souborů rychlosti naměřených kontrolním radarem) určitě není splněna, je třeba minimální rozsahy statistických souborů uvedených v literatuře [14] brát pouze za orientační. V návaznosti na výše uvedené faktory ovlivňující rozsah statistických souborů, byl pro všechna měření stanoven minimální rozsah 150 dat) pro každou měřenou lokalitu.

Každé měření bude tedy obsahovat minimálně 150 údajů, tzn., bude měřena rychlost minimálně u 150 průjezdů vozidel u informativní tabule ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí a ve vybraných případech také ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí. V případě možnosti (tj. např. při vysoké intenzitě a časového flexibility obsluhy měřicí techniky) bude provedeno více měření.

K provedení měření se obecně naskýtá více možností realizace. Rozdílnost jednotlivých možností lze spatřovat především v použité technice, viz podkapitola 5.3.

### 5.3 *Fáze měření dat v reálném provozu*

První způsob měření dat v reálném provozu souvisí s původním záměrem řešitele - ověřovat účinnost informativních tabulí ve spolupráci s Městskou policií v Ostravě, která vlastní mobilní informativní tabuli VIASIS 2000. Ověření účinnosti informativní tabule mělo být provedeno sčítacím zařízením VIACOUNT II, které kromě zaznamenání počtu projíždějících vozidel umožňuje měřit i jejich rychlost nebo laserovým radarem zapůjčeným rovněž od Městské policie v Ostravě, případně obojím způsobem současně. V rámci původního záměru mělo být měření na každém místě provedeno ve dvou etapách. První etapa měření měla probíhat ve zvoleném místě před použitím informativní tabule, druhá etapa měření měla být provedena na stejném místě jako měření bez informativní tabule s tím, že ve vzdálenosti 50 metrů před tímto místem měla být umístěna mobilní informativní tabule. Měření bylo plánováno vždy na jeden den s umístěnou informativní tabulí, aby řidiči nebyli ovlivněni informativní tabulí dlouhodoběji a nenavikli si na bezpečnostní opatření, které pak přestanou respektovat. Stanoviště kontrolního měření, tj. místo lokalizace sčítacího zařízení VIACOUNT II nebo místo, odkud mělo probíhat měření rychlosti laserovým radarem, mělo být umístěno za informativní tabulí, aby se zjistilo, zda řidiči dále zrychlují, zpomalují nebo jedou konstantní rychlostí.

Měřením se měly získat následující informace o chování řidičů:

1. v případě, že na silnici není bezpečnostní opatření,
2. v místě umístění bezpečnostního - opatření lokalizace informativní tabule,
3. za bezpečnostním opatřením.

Pro měření bylo po konzultaci s Městskou policií v Ostravě vybráno 5 lokalit. Byly vybrány lokality na komunikacích tak, aby se v daném místě mohla umístit informativní tabule a sčítací zařízení nebo radar. Hlavní podmínkou pro výběr vhodného místa pro měření bylo, aby řidiči byli ovlivněni pouze informativní tabulí, tedy v blízkosti měření by se neměl nacházet přechod pro chodce, křižovatka apod., dále v daném úseku musí být dostatečná intenzita automobilů a musí docházet k překračování maximální povolené rychlosti.

Bohužel, naplánované měření se nepodařilo realizovat z důvodů dlouhodobé závady a nekompletnosti měřících zařízení, která byla k dispozici. V případě laserového radaru nastala porucha, která si vyžádala dlouhodobou opravu bez známého termínu dokončení, u sčítacího zařízení se vyskytl problém s nefunkčním softwarem, který je důležitý pro ovládání sčítacího zařízení a stahování dat. Nebylo možné použít samostatné

sčítací zařízení. Při hledání náhrady bylo zapůjčeno sčítací zařízení VIACOUNT I, které ovšem sčítá jízdní soupravy nebo automobily v koloně jako jeden automobil, což činí výsledky nepoužitelnými. Přistoupilo se proto k níže uvedenému náhradnímu řešení, které bylo realizováno ve spolupráci s Dopravním inspektorátem v Přerově, a které zároveň charakterizuje druhý možný způsob opatřování dat z reálného provozu.

Měření se provádělo na vybraných místech v okrese Přerov za spolupráce příslušníků Policie ČR z Dopravního inspektorátu Přerov, který pro potřeby měření byl jako jeden z mála ochoten poskytnout měřicí techniku a součinnost svých zaměstnanců. Místa měření byla vybrána v blízkosti stacionárních informativních tabulí. K ověřování rychlosti automobilů za informativními tabulemi byl použit silniční rychloměr MicroDigiCam obsluhovaný policistou DI PČR Přerov. Měření bylo prováděno za výkonu služby policistů, proto bylo nutno umísťovat rychloměr za informativní tabulí v místě, kde bylo možné zastavit automobil a postihovat řidiče za překročení maximální povolené rychlosti. Z uvedeného důvodu bylo rozhodnuto provádět kontrolní měření v situacích, kdy nebylo možné toto měření realizovat ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí ve vzdálenosti 150 metrů za touto tabulí. Na druhou stranu je však nutno konstatovat, že řidiči mohli vidět policistu v uniformě zastavujícího vozidla a následně řešícího přestupky u silnice, čímž mohli být ovlivněni a cíleně snížit rychlost. I přes tyto skutečnosti však docházelo k překročení maximální povolené rychlosti a také i k udělování pokut za rychlou jízdu.

Závěrem úvodní části kapitoly 5.3 je vhodné uvést, že měření prováděná ve spolupráci s policií jak státní tak i městskou jsou výhodná především z důvodu identifikace míst vhodných pro měření účinnosti bezpečnostních opatření plynoucích z dokonalé znalosti prostředí příslušníky policie. Velkou výhodou je i dokonale zvládnutá obsluha měřících přístrojů, se kterými tito policisté pracují každodenně.

### **5.3.1 Metodika realizovaných měření v lokalitách okresu Přerov**

V rámci měření prováděných ve vybraných lokalitách okresu Přerov se použily dva typy informativních tabulí. Prvním typem informativní tabule byla informativní tabule se záznamovým zařízením a ve druhém případě se jednalo o informativní tabuli bez záznamového zařízení, kde je nutno sběr dat provádět ručně opisem rychlostí vozidel z informativní tabule do záznamového archu. Příloha č. 6 uvádí vzor záznamového archu, který byl použit při měřeních. Kontrolní radar byl umístěn ve výše definovaných vzdálenostech za informativními tabulemi.

Hodnoty v místě lokalizace kontrolního radaru (v případě měření v okrese Přerov rychloměru) byly rovněž zaznamenávány ručně, opisem z rychloměru do záznamového archu a to v případě všech měření. I když kontrolní radar má záznamové zařízení, hodnoty jím pořízené nebylo možno pro tuto disertační práci použít z následujících důvodů:

- ochrany osobních údajů – zaznamenává se registrační značka vozidla,
- dodržení metodiky měření – záznamové zařízení ukládá data o automobilu a o jeho rychlosti pouze od určité nastavené rychlosti automobilu, která je vyšší než povolená rychlost a vznikl tedy přestupek,
- dodržení legislativy – data ze záznamového zařízení se musí archivovat a v archívu mohou být pouze data o přestupcích, nemůže se tedy nastavit nižší rychlost než je rychlost daná podle metodiky, po jejímž překročení dochází ke vzniku přestupku.

Nastavená rychlost pro ukládání dat v úsecích s maximální povolenou rychlostí  $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  je  $55 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . V úsecích s maximální povolenou rychlostí  $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  je minimálně  $58 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  v zastavěné oblasti a v oblasti mimo zástavbu a na rychlostních komunikacích je  $61 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Takto nastavené limity rychlostí pro ukládání dat vychází z metodiky pro měření rychlosti pro Policii ČR a ze zkušeností příslušníků PČR.

Po získání souboru dat z jednotlivých měření se data zpracují do jednotné formy tak, aby je bylo možno dále zpracovat zejména statistickými testy. Je však třeba upozornit na jeden důležitý aspekt, který může výsledky měření negativně ovlivnit a to, že zvolená měřicí technika neumožňuje kontinuální měření a nelze spárovat údaje o rychlostech konkrétních vozidel naměřených v úrovni informativní tabule a v místě kontrolního radaru.

## **5.4 Fáze zpracování dat**

Naměřená data budou zpracována u ručního záznamu rychlostí u každého provedeného experimentu.

Naměřené hodnoty budou dále zpracovány do grafické podoby, aby se dalo vizuálně orientačně posoudit, zda dochází ke změně rychlosti v místě kontrolního měření či nikoliv. Grafické zpracování bude ve formě průběhu intenzity, průměrné rychlosti v daných časových intervalech a dále také vzájemného vztahu intenzity a průměrné rychlosti. Porovnáním jednotlivých bodů v korelačních diagramech z naměřených dat z informativní tabule a z kontrolního radaru, kde bude závislost intenzity a průměrné rychlosti, se bude dát lépe porovnat, zda dochází ke změně rychlosti.

Výstupy z informativní tabule se záznamovým zařízením je možné získat v elektronické podobě od Městské policie Přerov. Data jsou z informativních tabulí stahována jednou za 24 hodin. Na základě ujištění příslušníka Městské policie Přerov lze omezit data na dobu měření a získat tak informace o rychlosti a intenzitách pouze v době měření. Výstupní data z informativní tabule jsou převážně v grafické podobě.

Takto zpracovaná data se dále otestují statistickým testem, aby se zjistilo, zda za informativní tabulí došlo ke snížení, zvýšení rychlosti nebo nedošlo ke změně rychlosti. Při testování statistickým testem se použijí jednotlivé naměřené hodnoty, ne vypočtené průměrné hodnoty za pět minut.

## **5.5 Fáze statistického testování**

Použití statistického testování vyžaduje znalosti o typu rozdělení sledované veličiny v základním souboru. Některé statistické testy vyžadují splnění podmínky normality souboru. Před samotným statistickým testováním je proto nutné provést zjištění, jestli naměřená data pocházejí z normálního rozdělení, jehož předpoklad bývá vyžadován u celé řady klasických statistických testů. Podle výsledků nezamítnutí hypotézy o normálním rozdělení lze určit typ testu, a zda použít parametrický či neparametrický statistický test. [15]

V prvním kroku se přistoupí k otestování normality, aby se mohl použít jeden z parametrických statistických testů. Předpokladem použití těchto typů testů je nezamítnutí hypotézy o existenci normálního rozdělení statistického souboru. Pro zjištění, zda soubory dat pocházejí z normálního rozdělení, se použije Pearsonův  $\chi^2$  test dobré shody. V případě zamítnutí hypotézy, že statistický soubor pochází z normálního rozdělení, přistoupí se ke kontrolnímu testu normality. K tomuto se využije Kolmogorovův – Smirnovův test.

Pokud se nepotvrdí normalita u všech naměřených souborů dat, odborná literatura doporučuje následující postup [15]:

- 1) ověřit, zda data pocházejí z normálního rozdělení jiným testem normality,
- 2) transformovat data tak, aby bylo dosaženo normality, nebo aby bylo možno se k ní podstatně přiblížit,
- 3) deklarovat, že data pocházejí z normálního rozdělení, v některých případech totiž můžeme být o splnění předpokladu normality přesvědčeni na základě věcných důvodů a zkušeností s proměnnými, které jsou předmětem zkoumání. Takové

situace nastávají často při aplikacích v biologii, medicíně, psychologii, ale i např. v technických aplikacích, kdy se jedná o měřitelné vlastnosti výrobků,

4) využít neparametrických statistických testů.

Po otestování normality se podle výsledků nezamítnutí nebo zamítnutí hypotézy, že statistický soubor pochází z normálního rozdělení, zvolí vhodný parametrický či neparametrický statistický test.

Jelikož nelze naměřenou rychlost z informativní tabule a z kontrolního radaru přiřadit jednotlivým vozidlům, nelze použít párové typy statistických testů. V těchto případech přichází v úvahu některý z testů porovnávající dva soubory měřených dat. U parametrických testů to je např. T-test, u neparametrických testů například Mann – Whitneův test.

Zvolenými statistickými testy lze nezamítnout hypotézu o tom, že se rychlost za informativní tabulí snižuje, zvyšuje či se nemění. Na základě těchto výsledků lze přijmout doporučení pro lokalizaci informativních tabulí, konkrétně jde o to, určit vzdálenost místa, ve kterém má být umístěna informativní tabule před místem, kde má dojít ke zklidnění dopravy.

## **5.6 Fáze vyhodnocení výsledků experimentů a praktické použití výsledků**

Použití informativní tabule je nástrojem k realizaci tří základních opatření:

- 1) nástroj k redukci rychlosti tak, aby řidiči nepřekračovali maximální povolenou rychlost v daném místě,
- 2) nástroj pro zachování rychlosti v úsecích, kde automobily jezdí povolenou rychlostí,
- 3) nástroj pro informování řidičů o vyšší rychlosti než je maximální povolená rychlost.

V prvním případě se informativní tabule používají pro redukci rychlosti. Pro tento případ je třeba před umístěním zjistit, zda existuje potřeba snížit rychlost v dané lokalitě, a poté určit správnou pozici informativní tabule vůči místu, kde má být redukce rychlosti dosaženo. V těchto případech je nutno se řídit vzdáleností, ve které může být změny rychlosti dosaženo.

V případě použití informativní tabule pro zachování rychlosti je hlavním cílem udržení konstantní rychlosti vozidel. To se dá použít v místech, kde řidiči sami korigují rychlost a pouze si neuvědomují, že jedou vyšší rychlostí nebo jsou zaneprázdněni sledováním vnějších faktorů, které odpoutávají jejich pozornost od sledování rychloměru. Takovéto situace se mohou například vyskytnout v prudkých klesáních nebo rovných úsecích v zastavěných oblastech nebo v blízkosti škol, kde řidič se více věnuje vývoji dopravní situace v okolí vozidla a neuvědomuje si možnou existenci vyšší rychlosti.

Ověřením naměřených dat, zda rychlost je klesající, rostoucí či se nemění, se zjistí, zda řidiči upravují rychlost vozidel či nikoliv. V některých lokalitách bude provedeno měření jak ve vzdálenosti 150 metrů tak také ve vzdálenosti 50 metrů. V případech, kdy se provede měření ve dvou vzdálenostech za informativní tabulí, se může podařit monitorovat vývoj rychlosti za informativní tabulí. I přes to, že měření bude probíhat

ve dvou kontrolních bodech a i přesto, že se prokáže změna rychlosti na některé z určených vzdáleností měření za informativní tabulí, nelze jednoznačně určit, že v této distanci nastává průběžná změna rychlosti. Použitou měřicí technikou totiž nelze provést kontinuální měření. Není tak ani reálné, určit přesnou vzdálenost za informativní tabulí, kde dojde ke změně rychlosti, proto se přistoupí ke stanovení této vzdálenosti za pomoci posouzení statistické významnosti změn v naměřených datech. Lze tak určit alespoň orientačně vzdálenost, ve které dojde ke statisticky významnému poklesu rychlosti.

Tato vypočtená vzdálenost je ovšem získaná z experimentů. V jednotlivých experimentech se vyskytují určité parametry, které mohou ovlivnit vzdálenost, ve které dojde ke změně rychlosti v porovnání s informativní tabulí. Mezi parametry, které mohou ovlivňovat vzdálenost, na které se projeví statisticky významná změna rychlosti, může patřit např. složení dopravního proudu.

Dále je pro výpočet vzdálenosti potřebné k umístění informativní tabule před místem, ve kterém má být dosaženo zklidnění dopravy, důležitá, absolutní výše snížení rychlosti a výchozí rychlost ze které je toto absolutní snížení požadováno (např. změna z  $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  či z  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ). Vliv těchto rozdílných parametrů na zjištěnou vzdálenost změny rychlosti lze za účelem lokalizace informativní tabule, ve které je požadováno zklidnění dopravy zpracovat pomocí určitých koeficientů.

### **5.6.1 Metodika stanovení vzdálenosti, ve které se projeví změna rychlosti**

Jak již bylo uvedeno určit vzdálenost od informativní tabule, ve které nastává změna rychlosti, je prostřednictvím profilového měření problematické. Pro přesné určení této vzdálenosti je zapotřebí podrobnějšího měření, například po deseti metrech od informativní tabule. Takovéto měření by přesněji zjistilo chování řidičů za informativní tabulí. Z výsledků provedeného měření lze vzdálenost, kde dochází ke změně rychlosti automobilů, pouze odhadnout za pomoci orientačních výpočtů. K odhadu se naskytuje použití aproximace pro měření, kde v jedné lokalitě bylo provedeno měření v 50 a 150 metrové vzdálenosti. Pro aproximaci bude jednou veličinou vzdálenost za informativní tabulí a druhou bude kritická hodnota statistického testu. Vychází to z úvahy, že pokud podle statistického testu v 50 metrové vzdálenosti nedojde ke změně rychlosti a ve 150 metrové vzdálenosti nastane změna rychlosti, bude v prvním měření nižší hodnota než kritická hodnota statistického testu a v druhém bude vyšší. Vzdálenost, kde dochází ke změně rychlosti, se tak určí podle kritické hodnoty statistického testu. Potřebné údaje budou získány z vypočtených hodnot testové statistiky. Určí se, v jaké vzdálenosti za informativní tabulí bude změna rychlosti statisticky významná natolik, aby se prokázala změna rychlosti. Tedy v jaké vzdálenosti bude vypočítaná hodnota testové statistiky rovna hodnota kritického testu. V této vzdálenosti by statistický test prokázal změnu rychlosti. Pokud se prokáže změna rychlosti oproti informativní tabuli ve vzdálenosti 50 metrů, můžeme předpokládat, že řidiči reagují včas na tento bezpečnostní prvek.

Klíčovým rozhodnutím, které musí řešitel provést, je volba typu křivky použité pro aproximaci. Protože dostupná data z měření neumožní stanovit ani možnou brzdnou sílu automobilů, kterou vyvolá řidič při snížení rychlosti (známy jsou pouze maximální brzdné síly), neznáme průběh změny rychlosti automobilů stejně tak opačně není známo provozní zrychlení vozidla, není možno zjistit ani křivky zrychlení za informativní tabulí. Pokud dojde ke snížení rychlosti na 150 metrové vzdálenosti, by se dalo uvažovat o použití křivky, kdy vozidlo zpomaluje výběhem. Ovšem určení hodnot parametrů této křivky, bez znalosti technických charakteristik konkrétního vozidla, je též v podstatě nemožné, protože každý automobil má rozdílné dynamické vlastnosti. Také stanovit křivku výběhu pro automobily různého typu (osobní, nákladní a autobusy) by bylo značně hypotetické. Dále na základě použité měřicí techniky nelze ani určit, v jaké vzdálenosti začnou řidiči brzdit výběhem. Také dynamické vlastnosti automobilů jsou velmi rozdílné u jednotlivých typů stejné značky, které je v automobilu použit a z průzkumu dopravy prováděný u silnice

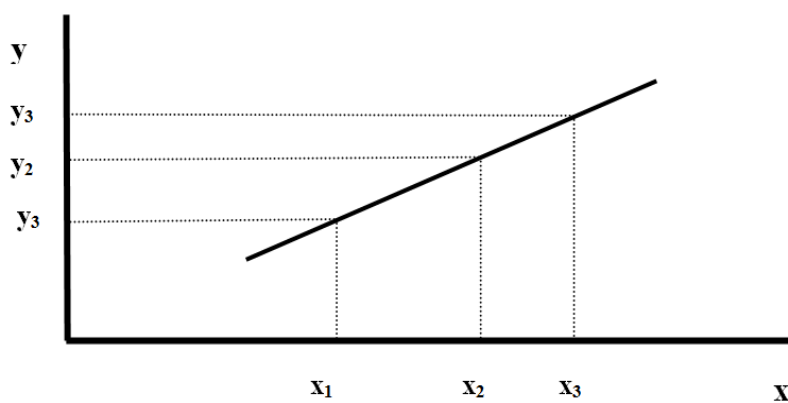


nelze tyto údaje zjistit. Navíc rozdíly nelze pozorovat pouze mezi jednotlivými řadami automobilů, ale také mezi jednotlivými vozidly v rámci jedné řady. Protože neznámých faktorů je celá řada, za základní typ bude použita aproximace a to aproximace lineární. Výsledek při volbě tohoto typu aproximace ovšem nemůžeme brát jako striktně správný, ale pouze jako orientační. Vztah pro lineární aproximaci je obecně definován podle (5.8).

$$y = ax + b \quad (5.8)$$

Kde  $a$ ,  $b$  jsou parametry lineární funkce.

Obecné schéma odhadu vzdálenosti změny rychlosti od informativní tabule pomocí lineární aproximace je uvedeno na Obr. 5.2, ve kterém  $a$ ,  $b$  jsou hodnoty parametrů.



Obr. 5.2 Obecné schéma odhadu změny rychlosti od informativní tabule pomocí lineární aproximace [autor]

Při výpočtu na ose  $x$  je vzdálenost od informativní tabule a na ose  $y$  příslušné kritické hodnoty. Indexy 1 patří měření ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule, indexy 3 pro 150 m vzdálenost a index 2 pro vypočtenou vzdálenost.

### 5.6.2 Určení koeficientu zohledňujícího pokles rychlosti $k_v$

Pro určení koeficientu zohledňujícího pokles rychlosti se použijí hodnoty, které budou pořízeny v měřeních, kde dojde k potvrzení snížení rychlosti. Hodnota poklesu rychlosti v těchto obcích se přijme jako výchozí podklad pro výpočet. Například, bude-li informativní tabule umístěna v těchto obcích na vjezdu do obce, přičemž před vjezdem do obce nebude v platnosti žádné rychlostní omezení, bude očekávaný pokles rychlosti z  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , tj. rozdíl bude  $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Potom vezmeme rozdíl rychlosti  $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  jako podklad pro výpočet koeficientu.

Dalším důležitým podkladem je hodnota výchozí rychlosti (tj. rychlosti, ze které je zpomalováno). Základem pro stanovení hodnot koeficientu  $k_v$  bude již zmíněná situace, ve které dochází ke snížení rychlosti o  $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  z výchozí rychlosti  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Hodnota koeficientu pro uvedený případ bude 1.

Dále jsou rozhodující směrové a sklonové poměry na předmětné komunikaci.

V případech, kdy bude změna rychlosti vyšší než v provedených experimentech, lze předpokládat, že dráha pro zpomalení tak bude delší, čímž se změní i vzdálenost vhodná pro umístění informativní tabule.

Výpočet hodnot koeficientů bude v práci uveden pro rychlostní interval od  $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  po  $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  (včetně obou krajních hodnot), přičemž hodnoty rychlostí jsou odstupňovány po  $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Postup výpočtu koeficientu:

- 1) zjištění změny rychlosti v jednotlivých měřeních,
- 2) výpočet dosaženého zpomalení před informativní tabulí dopravního proudu,
- 3) výpočet zpomalení pro rozdílné rozdíly rychlostí,
- 4) výpočet koeficientu  $k_v$ .

### 5.6.3 Určení koeficientu pro rozdílné složení dopravního proudu $k_p$

Určení koeficientu složení dopravního proudu je řešeno z důvodu rozdílných brzdných vlastností jednotlivých kategorií vozidel. Jiným složením vozidel v dopravním proudu (např. větším zastoupením nákladních automobilů) se dá očekávat, že řidiči přizpůsobí rychlost svého vozidla okamžitým podmínkám, čímž změní schopnost zastavení či snížení rychlosti.

Jako podklady pro výpočet koeficientu poslouží procentuelní zastoupení jednotlivých druhů vozidel v dopravním proudu zjištěné při prováděném měření. Pro výpočet opět poslouží data z měření, ve kterých se potvrdilo snížení rychlosti. Procentuelní zastoupení bude pro kategorie vozidel, která budou rozdělena do tří skupin: 1. skupina  $M_1, N_1, L$ ; 2. skupina  $N_{2,3}$ ; 3. skupina  $M_{2,3}$ ; a to včetně jízdních souprav, kde za jednotlivá vozidla jsou považována tažná vozidla. Kategorie vozidel T bude z přehledu vyřazena pro její menší četnost. Pro tyto tři skupiny je vždy určeno referenční vozidlo (a to 1. skupina  $M_1$ , 2. skupina  $N_{2,3}$ , 3. skupina  $M_{2,3}$ ) s minimálním brzdným zpomalením, které je dáno legislativně předpisem EHK č. 13 [13]. Hodnota koeficientu se pak určí na základě procentuálního zastoupení vozidel dané kategorie a hodnoty brzdného zpomalení referenčního vozidla v dané kategorii.

Postup výpočtu koeficientu je následující:

- 1) přiřazení vozidel do jedné ze tří skupin,
- 2) určení procentuálního zastoupení jednotlivých kategorií vozidel v dopravním proudu,
- 3) výpočet váženého průměru brzdného zpomalení dopravního proudu, kde jako váha bude použito procentuelní zastoupení vozidel dané skupiny,
- 4) výpočet koeficientu jako poměr vážených průměrů vztažených k hodnotě, která odpovídá procentuálnímu složení podle průměru.

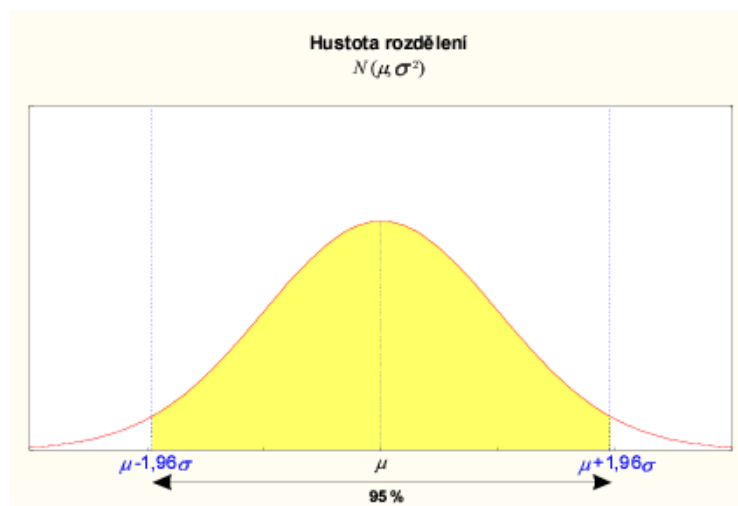
## 6 Teoretická východiska řešení

V praktickém řešení se bude vycházet hlavně z matematicko-statistických metod, které slouží pro ověření, zda data získána při experimentech prokáží statistickou významnost změn rychlostí vozidel za informativní tabulí a tím i reakci řidičů na informativní tabuli.

Základním krokem je ověření, zda naměřená data splňují podmínku normality, tj. že základní soubor, ze kterého pochází naměřená data, se řídí normálním rozdělením pravděpodobnosti. Realizace tohoto prvního kroku je v podmínkách předložené práce důležitá především pro volbu správného typu testu potřebného pro ověření statistické významnosti účinnosti informativní tabule.

### 6.1 Testování normality

Normální rozdělení pravděpodobnosti je jedno z nejdůležitějších rozdělení pravděpodobnosti spojité náhodné veličiny. Je to nejznámější model rozdělení spojité náhodné veličiny používaný v technické praxi. Při opakovaném měření téže veličiny za stejných podmínek způsobují náhodné, nekontrolovatelné vlivy odchylky od skutečné měřené veličiny. Výhoda tohoto rozdělení pravděpodobnosti spočívá v tom, že za určitých podmínek dobře aproximuje řadu jiných pravděpodobnostních rozdělení (spojitých, diskrétních).



Obr. 6.1 Hustota pravděpodobnosti normálního rozdělení [16]

Grafické znázornění normálního rozdělení je dáno symetrickou jednovrcholovou hustotou pravděpodobnosti zvonovitého tvaru, která nikde neprotíná vodorovnou osu (viz Obr. 6.1). Obsah plochy pod křivkou hustoty normálního rozdělení je roven 1.

Pravděpodobnost, že náhodná veličina nabude hodnot z určitého intervalu, je rovna obsahu plochy pod křivkou hustoty pravděpodobnosti nad tímto intervalem. Například pro interval s hranicemi  $\mu-1,96$  a  $\mu+1,96$  má tato plocha velikost 0,95. Náhodná veličina  $x$  nabývá tedy hodnot z tohoto intervalu s pravděpodobností 0,95 a pouze s pravděpodobností 0,05 leží její hodnoty mimo uvedený interval.

V literatuře [19] se rozlišují tzv. obecné normální rozdělení a normované normální rozdělení. Obecné normální rozdělení pravděpodobnosti se značí  $N(\mu, \sigma^2)$ , má parametry  $\mu$  a  $\sigma^2$ , pro  $-\infty < \mu < \infty$  a  $\sigma^2 > 0$ , a je pro  $-\infty < x < \infty$  definováno hustotou pravděpodobnosti podle vztahu (6.1):

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad x \in (-\infty; +\infty) \quad (6.1)$$

Normované normální rozdělení bývá označováno jako  $N(0,1)$  a je definováno hustotou pravděpodobnosti podle vztahu (6.2):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} \quad x \in (-\infty; +\infty) \quad (6.2)$$

Pro testování normality se použije Pearsonův  $\chi^2$  test dobré shody. V případě zamítnutí hypotézy, že soubor pochází z normálního rozdělení u některého ze souboru naměřených dat, se použije kontrolní Komogorovův – Smirnovův test [15].

### 6.1.1 Teoretický rozbor Pearsonův $\chi^2$ testu dobré shody

Pearsonův  $\chi^2$  test dobré shody je založen na posouzení rozdílu mezi naměřenými hodnotami a zvoleným teoretickým modelem (předpokládaným pravděpodobnostním rozdělením). Jelikož test patří k poměrně často užívaným statistickým testům, nebude zde uveden jeho podrobný popis, ten lze najít např. [19] Pro použití testu je dobré použít následující postup:

- 1) rozdělit definiční obor náhodné veličiny na  $k$  neslučitelných tříd tak, aby bylo možné při provedení jednoho náhodného pokusu výsledek zařadit do jedné třídy,
- 2) provést  $n$  pokusů a zjistit, kolikrát byl výsledek zařazen do  $k$ -té třídy, tj. určit empirické četnosti,
- 3) vypočítat očekávané četnosti  $n\pi_{0,k}$ , kde  $\pi_{0,k}$  jsou pravděpodobnosti zařazení do  $k$ -té třídy. Při výpočtu vyjít z předpokladu, že testovaná hypotéza o typu rozdělení je pravdivá,
- 4) vypočítat hodnotu testovaného kritéria a porovnat tuto hodnotu s kvantilem rozdělení  $\chi^2$  s  $k-h-1$  stupni volnosti, tzv. kritickou hodnotu,

- 5) zamítnout předpoklad o typu rozdělení na hladině významnosti  $\alpha$ , pokud vypočtená hodnota přesáhne nebo je rovna kritickou hodnotu. [15]

Ve všech případech naměřených dat bude testována hypotéza:

- $H_0$  – nulová hypotéza – náhodný výběr pochází z normálního rozdělení se střední hodnotou  $\bar{x}$  a rozptylem  $\hat{\sigma}^2$ ,
- $H_A$  – alternativní hypotéza – náhodný výběr nepochází z normálního rozdělení se střední hodnotou  $\hat{\mu}$  a rozptylem  $\hat{\sigma}^2$ .

Potřebné vztahy pro výpočet  $\chi^2$  testu:

Pro specifikaci očekávaného typu normálního rozdělení podle nulové a alternativní hypotézy je potřeba nejdříve odhadnout hodnoty parametrů. Odhadnout parametry očekávaného normálního rozdělení lze podle vztahů (6.3) a (6.4):

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (6.3)$$

Pro výpočet střední hodnoty lze použít v programu Excel funkce PRŮMĚR.

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 \quad (6.4)$$

K určení počtu tříd  $k$  se použije Sturgesovo pravidlo, které je uvedeno ve vztahu (6.5)

$$k = 1 + 3,3 \cdot \log n \quad (6.5)$$

Vhodná šířka třídy se zvolí podle vztahu (6.6).

$$\check{s} = \frac{x_{max} - x_{min}}{k} \quad (6.6)$$

K určení kritické hodnoty testu se využilo funkce CHIINV, to se vztahuje k případu, když se použije k výpočtu MS ESCEL, kde parametry kritické hodnoty jsou zvolená hladina významnosti  $\alpha$  a vypočítaný počet stupňů volnosti.

$$X_{krit} = \chi^2_{(1-\alpha); k-h-1} = CHIINV((\alpha); k - h - 1) \quad (6.7)$$

### 6.1.2 Teoretický rozbor Kolmogorovova – Smirnovova testu

Kolmogorovův – Smirnovův test má ve srovnání s Pearsnovým  $\chi^2$  testu dobré shody následující výhody:

- větší síla testu –  $(1-\beta)$  je doplněk k pravděpodobnosti, že hodnota testového kritéria padne do oboru nulové hypotézy, jestliže platí alternativní hypotéza,
- vychází z jednotlivých pozorování a nikoliv z údajů seřazených do skupin (nedochází ke ztrátě informace obsažené ve výběru). [17]

Postup při použití Kolmogorova-Smirnovova testu je následující: [17]

- 1) Volba nulové a alternativní hypotézy

$H_0$ :  $F(x) = F_0(x)$ , kde  $F_0(x)$  je distribuční funkce rozdělení, z něhož náhodný výběr pochází (teoretická distribuční funkce)

$H_A$ :  $\overline{H_0}$ , data nepocházejí z distribuční funkce rozdělení, z něhož náhodný výběr pochází

- 2) Volba testové statistiky:

$$D_n = \sup |F_n(x) - F_0(x)| = \max(D_1^*, D_2^*, \dots, D_n^*), \quad (6.8)$$

kde

$$D_i^* = \max \left\{ \left| F_0(x_i) - \frac{i-1}{n} \right|, \left| F_0(x_i) - \frac{i}{n} \right| \right\} \quad (6.9)$$

Pro  $i = 1, 2, \dots, n$

- 3) Rozhodnutí

Nulovou hypotézu zamítáme, pokud podle vztahu:

$$X_{\text{obs}} > D_{n(\alpha)}, \quad (6.10)$$

přičemž hodnoty  $D_{n(\alpha)}$  jsou pro hodnoty  $n$  (maximálně 100) tabelovány.

Při velkých hodnotách  $n$  se kritické hodnoty aproximují pomocí vztahu (6.11)

$$D_{n(\alpha)} \cong \sqrt{\frac{1}{2n} \ln \frac{2}{\alpha}} \quad (6.11)$$

### 6.1.3 Další možnosti vedoucí k přijetí předpokladu o normalitě dat

Použití běžných metod statistického testování na soubory dat, které nevyhovují podmínce normality, může vést k nesprávným závěrům. V případě potřeby je jednou z možností dosažení normality dat tzv. transformace. Pomocí transformace dat se data mohou upravit na data normální nebo jim blízká.

Transformace se dají klasifikovat: [15]

- 1) transformace za účelem zjednodušení výpočtů, záznamů a uložení dat - jde třeba jen o zmenšení počtu platných míst nebo o převedení reálných dat na celočíselná čísla vynásobením vhodným koeficientem,
- 2) transformace za účelem vyloučení vlivu rušivých proměnných, jako je velikost objektu, věk testované osoby apod. (k témuž účelu je někdy vhodné použít složitější metody regresní analýzy nebo analýzy kovariance),

- 3) transformace za účelem dosažení srovnatelnosti s jinými proměnnými nebo bezrozměrnosti neboli v podstatě změny měřících jednotek.
- 4) transformace za účelem sjednocení typu proměnných,
- 5) transformace pro splnění podmínek vyžadovaných statistickými metodami. Kromě normality jde i o další podmínky jako podmínka homoskedasticity, shody kovariačních matic a další.

Znamé typy transformací dat vycházejí ze zkušeností se zpracováním dat daného typu. V praxi se osvědčily následující transformace dat: [15]

- a) odmocninová transformace – mají-li data charakter četnosti, např. počet závad na výrobku,
- b) loktová transformace – jde-li o podíl, např. podíl úkolů vyšetřených pokusnou osobou nebo podíl určité látky ve vzorku potravin,
- c) logaritmická transformace – mají-li data odpovídající charakter logaritmicko-normálnímu rozdělení např. náklady na výrobek,
- d) transformace Boxe a Coxe – v případě nespolehlivého vodítka v bodech a), b), c).

V úvahu také připadá určení, že soubor dat pochází z normálního rozdělení na základě věcných důvodů a zkušeností s proměnnými, jak je uvedeno v literatuře [15]. Z literatury [15] a [18] však plyne, že v případě zamítnutí hypotézy o normalitě dvěma testy a slabé zkušenosti s předpokladem o normalitě dat je vhodnější použít některý z neparametrických testů.

## 6.2 Statistický test hypotéz

Pro statistické testování, zda došlo ke změně rychlosti rozdílu mezi dvěma soubory dat, se nabízí jak parametrické tak i neparametrické testy. Parametrické testy jsou vhodné v situacích, kdy se potvrdí hypotéza o normalitě dat, protože bývají s parametrickými testy větší zkušenosti. V případě že nejsou splněny podmínky pro použití parametrických testů, doporučuje se použít některý z neparametrických testů, které se v současnosti používají stále častěji.

V případě parametrických testů přichází pro potřeby této disertační práce v úvahu t – test, v případě neparametrických testů např. Mann – Whitneyův test



### 6.2.1 Teoretický rozbor t – testu

V případě, že se normalita dat prokáže u všech statistických souborů dat, použije se pro statistické ověření naměřených dat parametrický t – test. Jedná se o test o shodě dvou středních hodnot.

Jde o jeden z nejznámějších testů, které na základě porovnání dvou nezávislých výběrů umožňuje porovnat neznámé střední hodnoty dvou souborů dat.

#### Postup výpočtu testového kritéria t-testu [19]

Pokud máme dva nezávislé výběry  $X_1, X_2, \dots, X_{n_1}$  a  $Y_1, Y_2, \dots, Y_{n_2}$ , které pocházejí z populace mající rozdělení  $N(\mu_X; \sigma_X^2)$ , respektive  $N(\mu_Y; \sigma_Y^2)$ .

Označené jednotlivé výběrové průměry jsou uvedeny ve vztahu (6.12):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^m X_i}{n_1}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n_2}, \quad (6.12)$$

A výběrové rozptyly jsou podle vztahu (6.13):

$$S_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (X_i - \bar{X})^2}{n_1 - 1}, \quad S_Y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n_2 - 1}, \quad (6.13)$$

Při volbě alternativní hypotézy se pak naskytují následující možnosti:

$$H_A : \mu_X < \mu_Y \text{ neboli } \mu_X - \mu_Y < 0, \quad (1)$$

$$\mu_X > \mu_Y \text{ neboli } \mu_X - \mu_Y > 0, \quad (2)$$

$$\mu_X \neq \mu_Y \text{ neboli } \mu_X - \mu_Y \neq 0, \quad (3)$$

Volba vhodné alternativy bývá v tomto případě dána vztahem mezi průměry jednotlivých výběrů. Je-li  $\bar{x}$  výrazně nižší než  $\bar{y}$ , volíme alternativu ve tvaru (1). Je-li  $\bar{x}$  výrazně vyšší než  $\bar{y}$ , volíme alternativu ve tvaru (2). Nachází-li se  $\bar{x}$  v blízkosti  $\bar{y}$ , volíme alternativu ve tvaru (3).

Pro porovnání středních hodnot dvou normálních populací s neznámými, avšak shodnými rozptyly používáme dvouvýběrový t-test. Za testové kritérium volíme statistiku podle vztahu (6.14):

$$T(S, Y) = \frac{(\bar{X} - \bar{Y}) - (\mu_X - \mu_Y)}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_X^2 + (n_2 - 1)s_Y^2}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}, \quad (6.14)$$

která má za předpokladu platnosti nulové hypotézy Studentovo rozdělení s  $v = n_1 + n_2 - 2$  stupni volnosti. Dále se postupuje podle čistého testu významnosti.

## 6.2.2 Teoretický rozbor Mann – Whitneova testu

Jako neparametrický statistický test se použije Mannův – Whitneyův test. Tento test je neparametrickou obdobou dvouvýběrového  $t$  – testu pro nezávislé soubory. Konkrétně se testuje statisticky významná shoda dvou mediánů.

U Mann – Whiteyova testu se testuje nulová hypotéza o shodě dvou mediánů, tj.:

$H_0$  – mediány obou souborů jsou totožné tedy  $x_{0,5} = y_{0,5}$ ,

Alternativní hypotéza může být v jednom z tvarů:

$H_A$ :

- mediány obou souborů jsou rozdílné tak, že první soubor má výrazně nižší medián, tedy  $x_{0,5} < y_{0,5}$ ,
- mediány obou souborů jsou rozdílné tak, že první soubor má výrazně vyšší medián, tedy  $x_{0,5} > y_{0,5}$ ,
- mediány obou souborů nejsou totožné, tedy  $x_{0,5} \neq y_{0,5}$ ,

### Postup výpočtu testového kritéria: [19]

Všech  $n_1 + n_2$  hodnot získaných z výběru  $X_1, X_2, \dots, X_{n_1}$  a  $Y_1, Y_2, \dots, Y_{n_2}$  uspořádáme vzestupně a jednotlivým hodnotám přiřadíme pořadí. Nejnížší hodnotě je přiřazena hodnota 1, nejvyšší hodnotě je přiřazena hodnota  $n_1 + n_2$ , pokud soubor obsahuje několik pozorování se stejnou hodnotou, je těmto hodnotám přiřazeno tzv. průměrné pořadí.

Označíme  $T_1$  součet pořadí hodnot  $X_1, X_2, \dots, X_{n_1}$  a  $T_2$  součet pořadí hodnot  $Y_1, Y_2, \dots, Y_{n_2}$ . Platí podle vztahu (6.15), že

$$T_1 + T_2 = \frac{1}{2} (n_1 + n_2) \cdot (n_1 + n_2 + 1) \quad (6.15)$$

Vypočítané hodnoty  $U_1, U_2$  podle vztahů (6.16) a (6.17):

$$U_1 = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_1 \cdot (n_1 + 1)}{2} - T_1 \quad (6.16)$$

$$U_2 = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_2 \cdot (n_2 + 1)}{2} - T_2 \quad (6.17)$$

Pro kontrolu výpočtu musí platit vztah (6.18):

$$U_1 + U_2 = n_1 \cdot n_2 \quad (6.18)$$

Testové kritérium se pak určí jako:

$$T(X,Y) = \min (U_1, U_2) \quad (6.19)$$

Testové kritérium má za předpokladu platnosti  $H_0$  rozdělení, jehož kritické hodnoty pro malé výběry jsou tabelovány. Pro velké rozsahy měření, které nejsou tabelovány, se použije testové kritérium podle vztahu (6.20):

$$T(X,Y) = \frac{\left(\min(U_1;U_2) - \frac{n_1 \cdot n_2}{2}\right)}{\sqrt{\frac{1}{12} \cdot n_1 \cdot n_2 (n_1 + n_2 + 1)}} \quad (6.20)$$

kteřé má za předpokladu platnosti nulové hypotézy normované normální rozdělení.

Jestliže je pozorovaná hodnota testového kritéria menší nebo rovna příslušné kritické hodnotě, nulová hypotéza se zamítá.

Dále se pak postupuje podle obecného schématu čistého testu významnosti a to buď porovnáním testového kritéria s kritickou hodnotou, nebo pomocí  $p$ -hodnoty. Pozorovanou hodnotu statistiky tzv.  $p$ -hodnotu vypočteme v závislosti na tvaru alternativní hypotézy. Je-li alternativní hypotéza ve tvaru  $x_{0,5} < y_{0,5}$ , pak se  $p$ -hodnota určí podle vztahu (6.21):

$$p - \text{hodnota} = F_O(x_{obs}) \quad (6.21)$$

Je-li alternativní hypotéza ve tvaru  $x_{0,5} > y_{0,5}$ , pak se  $p$ -hodnota určí podle vztahu (6.22):

$$p - \text{hodnota} = 1 - F_O(x_{obs}) \quad (6.22)$$

Je-li alternativní hypotéza ve tvaru  $x_{0,5} \neq y_{0,5}$ , pak se  $p$ -hodnota vypočte pomocí tvaru (6.23):

$$p - \text{hodnota} = 2\min\{F_O(x_{obs}); 1 - F_O(x_{obs})\} \quad (6.23)$$

Rozhodnutí o zamítnutí na základě  $p$ -hodnoty je porovnáním  $p$ -hodnoty s hladinou významnosti. Pokud je  $p\text{-hodnota} \leq \alpha$ , zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativní hypotézy. Pokud  $p\text{-hodnota} > \alpha$ , nulovou hypotézu nezamítáme.

## 7 Popis technického zařízení použitého k měření

K ověřování rychlosti z informativní tabule byl použit silniční rychloměr MicroDigiCam. Rychloměr pracuje na principu laserova dálkoměru, který po dobu přibližně 0,3 sekund měří v krátkých časových intervalech okamžitou vzdálenost pohybujícího se vozidla. Z časové změny vzdálenosti vypočítá rychlost vozidla v kilometrech za hodinu. Přístroj umožňuje měření rychlosti vozidel, které se přibližují i vzdalují. Současně rychloměr provádí i obrazovou dokumentaci. Rychloměr se při měření umísťuje buď na stativ, nebo může být rychlost měřena při jeho držení v ruce. Na Obr. 7.1 je zobrazen rychloměr MicroDigiCam z jednotlivých stran.



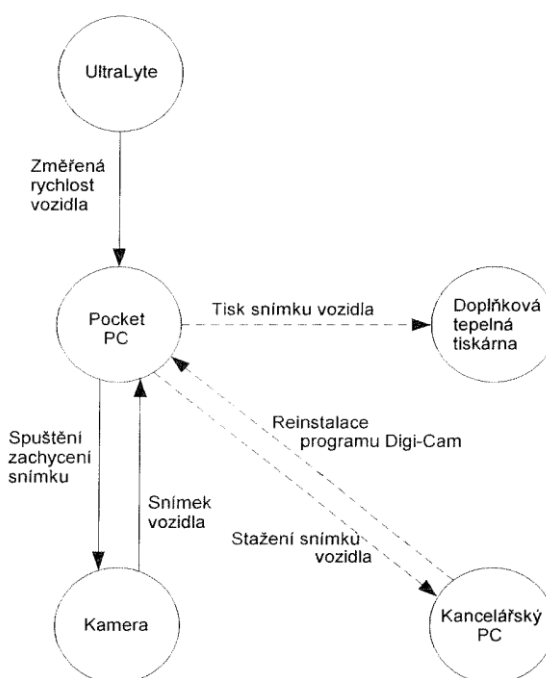
Obr. 7.1 Rychloměr MicroDigiCam [autor]

**Rychloměr se skládá z následujících částí:[20]**

- laserový rychloměr typu UltraLyte 100 LTI,
- digitální kamera,
- ovládání, zobrazení a paměťová jednotka Compaq iPAQ Pocket PC,
- stativ.

Při překročení povolené rychlosti, kterou laserový rychloměr naměří, digitální kamera vytvoří obrázek měřeného vozidla, který se potom s naměřenou rychlostí a dalšími údaji uloží v ovládací, zobrazovací a paměťové jednotce. Pro zaručení správného přiřazení naměřené rychlosti k měřenému vozidlu, se používají rychlosti, které byly naměřeny v zadaném rozsahu rychlosti nebo vzdálenosti. Rychloměr se smí používat pouze stacionárně.

Na Obr. 7.2 je zobrazeno architektura vzájemné komunikace mezi silničním rychloměrem a externími zařízeními.



Obr. 7.2 Architektura vzájemné komunikace rychloměru s externími zařízeními [20]

**Obrazová dokumentace měření rychlosti obsahuje: [20]**

- datum měření rychlosti,
- čas měření rychlosti,
- jméno operátora,
- identifikaci operátora,
- číslo snímku v probíhající řadě měření/celkový počet snímků,
- hodnota maximální povolené rychlosti v místě měření [ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ],
- naměřená rychlost a směr jízdy měřeného vozidla (APP = příjezd, DEP = odjezd) [ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ],
- vzdálenost od měřeného vozidla v okamžiku změření rychlosti [m],
- identifikaci místa měření a stanoviště rychloměru,
- výrobní číslo rychloměru.

**Základní technické údaje rychloměru MictoDigiCam: [20]**

- rozsah měření rychlosti  $1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  až  $350 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ,
- rozsah měřené vzdálenosti 50 m až 400 m,
- maximální chyba měření:
  - do  $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$   $\pm 3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ,
  - nad  $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$   $\pm 3 \%$ ,
- ozařovaná plocha ve vzdálenosti 100 m 30 x 20 cm,

- měřicí úhel 0°,
- vlnová délka 904 nm,
- klasifikace laseru laserová třída 1,
- rozsah provozních teplot okolního prostředí
  - o rychloměr - 20 až + 50 °C,
  - o kamera - 20 až + 50 °C,
  - o pocket PC typu hx 4700 - 10 až + 50 °C,
  - o pocket PC typu hx 2795 0 až 40 °C,
- na snímku jsou zobrazeny například tyto údaje:
  - o maximální povolená rychlost [ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ],
  - o datum a čas měření rychlosti,
  - o naměřená rychlost [ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ],
  - o vzdálenost vozidla [m],
  - o směr jízdy.

Všechny hlavní celky a díly silničního měřiče rychlosti (laserový rychloměr, kamera, ovládací, zobrazovací a paměťová jednotka) musí být označeny identifikačními štítky s těmito údaji:

- typ silničního měřiče,
- výrobní číslo,
- výrobce,
- značka schválení.

Silniční rychloměr musí projít ověřením metrologickými zkouškami v souladu s předpisem „Metodický postup při ověřování laserového rychloměru“. Po úspěšném vykonání metrologických zkoušek se vystaví ověřovací list a na rychloměru se umístí úřední značky.

## 8 Experimentální část

Měření byla provedena v 8 lokalitách okresu Přerov. Ve čtyřech lokalitách byla instalována informativní tabule se záznamovým zařízením a ve čtyřech lokalitách bez záznamového zařízení.

Lokality, kde se prováděly experimenty, jsou následující:

- s informativní tabulí se záznamovým zařízením:
  - ul. 9. května, Přerov, měření ve vzdálenosti 50 a 150 m,
  - rychlostní komunikace v městské části Přerov – Henšlov, měření ve vzdálenosti 50 a 150 m,
  - obec Kozlovice, měření ve vzdálenosti 150 m,
  - rychlostní komunikace v městské části Přerov – Lísky, měření ve vzdálenosti 150 m.
- s informativní tabulí bez záznamového zařízení:
  - obec Grymov, měření ve vzdálenosti 150 m,
  - obec Kokory, měření ve vzdálenosti 50 a 150 m,
  - obec Prosenice, měření ve vzdálenosti 150 m,
  - ulice Želatovská, Přerov, měření ve vzdálenosti 50 a 150 m.

Po získání dat z informativních tabulí se záznamovým zařízením se zjistilo, že získané údaje jsou nevhodné pro další zpracování a porovnání s daty naměřené kontrolním radarem. Především, data byla ve formátu 15-ti minutových průměrů a to pouze v grafické podobě, což neumožňuje zpětnou identifikaci dat o rychlostech konkrétních vozidel. Dále, v místech s vysokou intenzitou, kde měření probíhalo, např. 28 minut, systém zobrazoval pouze hodnoty za prvních 15 minut. Na základě získané zkušenosti je třeba budoucím řešitelům doporučit, aby se při dalších výzkumech v oblasti ověřování účinnosti informativních tabulí dopředu informovali o formátu výstupních dat získaných z informativní tabule se záznamovým zařízením. Příloha č. 7 uvádí ukázkou z naměřených dat z informativní tabule se záznamovým zařízením na ulici 9. května v Přerově.

K dalšímu vyhodnocení tak byla použita data pouze z informativních tabulí bez záznamového zařízení.

Naměřená data byla získána ze 4 vybraných informativních tabulí v okrese Přerov. Tabule byly instalovány v letech 2002 – 2006. Měření bylo provedeno v měsíci říjnu roku 2011. Poloha vybraných míst měření je zobrazena na Obr. 8.1.



Obr. 8.1 Mapa zobrazující vybraná místa pro měření v okrese Přerov [21]

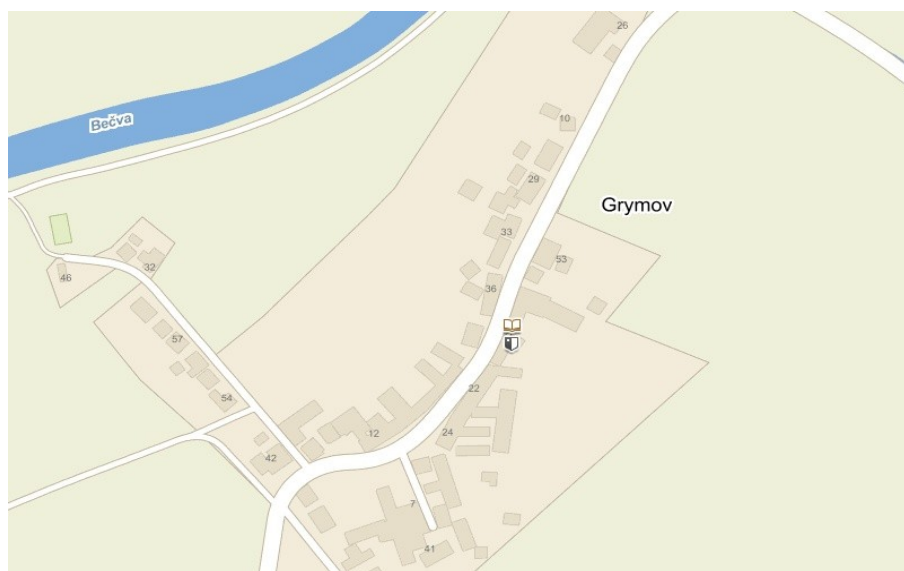
Vysvětlivky: 1 – obec Grymov, 2 – obec Kokory, 3 – obec Prosenice, 4 – ulice Želatová v Přerově

## 8.1 Popis vybraných lokalit

### Obec Grymov

Obec Grymov je vzdálená 5 km od Přerova. Počet obyvatel Grymova je přibližně 160. [22] Obcí prochází silnice III. třídy spojující Přerov, Grymov a další malé obce v okolí. Informativní tabule je umístěna na vjezdu do obce ve směru na Přerov. Na Obr. 8.2 je zobrazena mapa obce Grymov. Z pohledu dopravně inženýrského se při charakteru lokalit uvádí také údaj ze sčítání dopravy. Údaje ze sčítání dopravy 2010 však nejsou k dispozici.





Obr. 8.2 Mapa obce Grymov [21]

Silnice je dvouproudá a v měřeném úseku je několik zatáček velkého poloměru. V úseku měření je silnice z obou stran zastavěna rodinnými domy s předzahrádkou nebo travnatým povrchem. Místy je vedle silnice veden chodník. V obci Grymov je maximální povolená rychlost  $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Vyznačení umístění informativní tabule, místa měření a kontrolního radaru jsou uvedena na Obr. 8.3.



Obr. 8.3 Letecký pohled na měřenou lokalitu v obci Grymov s vyznačením jednotlivých pozic [21]

Informativní tabule je umístěna za vjezdem do obce a dopravní značkou IS 12a ve směru na Přerov. Přibližně ve vzdálenosti 210 metrů od této značky. Jak je vidět na Obr. 8.4 za informativní tabulí cca 30 m je umístěn přechod pro chodce a ve směru na Přerov je

autobusová zastávka. Poté následuje několik zatáček a za jednou z nich ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule bylo místo, kde se měřila rychlost pomocí kontrolního radaru. Kontrolní radar byl umístěn od tohoto místa dalších 70 metrů. Celkově tak byl vzdálen přibližně 220 metrů (tj. aby bylo možno provést kontrolní měření ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí, musel být radar umístěn ve vzdálenosti 220 metrů za informativní tabulí).



Obr. 8.4 Umístění stacionární informativní tabule v obci Grymov [autor]

Měřené místo se nachází na výjezdu ze zatáčky. Řidiči tak nemohli vidět policisty u silnice, tj. nemohli být měřením ovlivněni. Na Obr. 8.5 je pohled na umístění kontrolního radaru a místo měření.



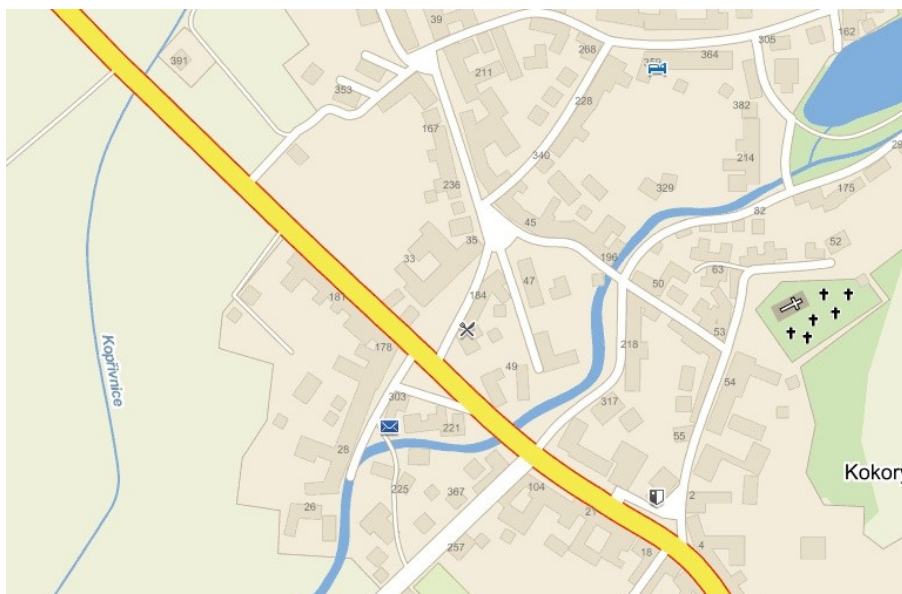
Obr. 8.5 Umístění kontrolního radaru v obci Grymov [autor]

## Obec Kokory

Obec Kokory je vzdálená 7,5 km od města Přerov. V obci bydlí 1 179 obyvatel. [23] Obcí prochází silnice I. třídy č. 55 vedoucí z Přerova do Olomouce. Podle sčítání

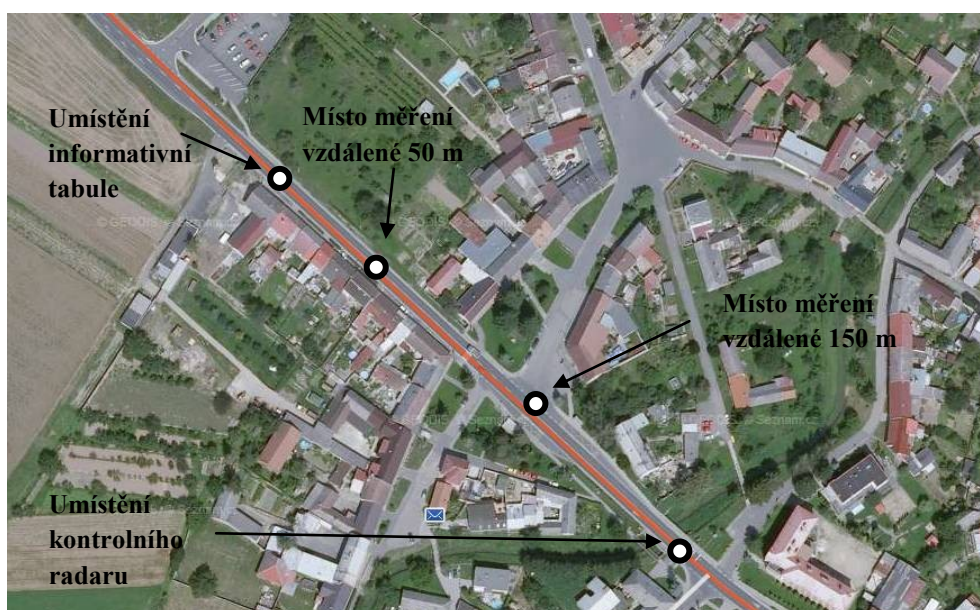


dopravy v roce 2010 projelo obcí 11 248 vozidel za den. [24] Silnice se dá označit za frekventovanou. Na této silnici je umístěna informativní tabule na vjezdu do obce cca 135 metrů od dopravní značky Obec. Na Obr. 8.6 je vidět mapa obce Kokory.



Obr. 8.6 Mapa obce Kokory [21]

Vyznačení umístění informativní tabule, místa měření a kontrolního radaru je uvedeno na Obr. 8.7.



Obr. 8.7 Letecký pohled na měřenou lokalitu v obci Kokory s vyznačením jednotlivých pozic měření [21]

U prvního místa měření se nenachází žádná dopravní stavba, která by mohla ovlivnit měření. Kdežto u druhého místa měření se nachází autobusová zastávka, která je umístěna v zálivu. Může tak dojít k situaci, kdy autobus přijíždějící k zastávce nebo odjíždějící ze zastávky, ovlivní chování řidičů. Nicméně, stojí-li autobus na zastávce,

neblokuje jízdu projíždějících vozidel. V blízkosti tohoto místa se také nachází styková křižovatka. V přibližné vzdálenosti 118 metrů od informativní tabule je umístěn přechod pro chodce. Informativní tabule je umístěna na příjezdu do obce ze směru od Olomouce na Přerov před souvislou zástavbou. Jelikož informativní tabule je umístěna za dopravní značkou Obec, musí řidiči v místě informativní tabule jet rychlostí  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Umístění informativní tabule v obci Kokory je na Obr. 8.8.



Obr. 8.8 Umístění stacionární informativní tabule v obci Kokory [autor]

Poloha kontrolního radaru v době měření byla cca 250 metrů od informativní tabule. V blízkosti umístění kontrolního radaru se nachází přechod pro chodce řízený světelným signalizačním zařízením. Na Obr. 8.9 je uveden pohled na silnici č. 55 od místa měření kontrolním radarem.



Obr. 8.9 Pohled na silnici č. 55 od kontrolního radaru v obci Kokory [autor]

## Obec Prosenice

Od města Přerov jsou Prosenice vzdáleny přibližně 6 km. Obec má okolo 900 obyvatel. [25]. Měření v obci se realizovalo na silnici č. 04724. V Prosenicích se jedná

o ulici Na Návsí. Tato ulice začíná při odbočení ze silnice I. třídy č. 47, která spojuje Přerov s dálnicí nebo s Lipníkem nad Bečvou, Hranicemi a Ostravou, a končí v obci přechodem na ulici Na Chmelínku. Silnice č. 04724 vede pak dále až do Přerova. Na Obr. 8.10 je zobrazena mapa obce Prosenice.



Obr. 8.10 Mapa obce Prosenice [21]

V měřeném úseku je silnice dvouproudá bez vodorovného dopravního značení. Od místa, kde je umístěna informativní tabule, po umístění kontrolního radaru není silnice vedena v přímém směru. Silnice vede v zastavěné oblasti, kde domy jsou blízko silnice. Komunikace je lemována chodníkem z obou stran a částečně také stromořadím. To může na řidiče působit stísněným dojmem. Měřené místo je ve vzdálenosti cca 150 metrů od informativní tabule za jednou ze zatáček. Silnice je méně frekventovaná, podle údajů ze sčítání dopravy v roce 2010 po této silnici projede 1 983 vozidel za den [24]. Na Obr. 8.11 je vidět letecký pohled na měřený úsek v obci Prosenice.





Obr. 8.11 Letecký pohled na měřenou lokalitu v obci Prosenice s vyznačením jednotlivých pozic měření [21]

Informativní tabule je umístěna přibližně 150 metrů za svislou dopravní značkou IC 12a Obec a přibližně 230 metrů od křižovatky se silnicí č. 47. V úseku měření platí tedy maximální povolená rychlost  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Tabule je umístěna před souvislou zástavbou. Na Obr. 8.12 je vidět umístění informativní tabule.



Obr. 8.12 Umístění informativní tabule v obci Prosenice [autor]

V úseku měření není vybudován žádný přechod pro chodce, pouze jedna křižovatka, která je ovšem za měřeným místem přibližně v místě umístění kontrolního radaru. Dále se v měřeném úseku nachází několik odbočení k domům, která však v době měření byla využívána minimálně. Na Obr. 8.13 je uveden pohled na měřené místo od kontrolního radaru.



Obr. 8.13 Pohled na místo měření od kontrolního radaru v obci Prosenice [autor]

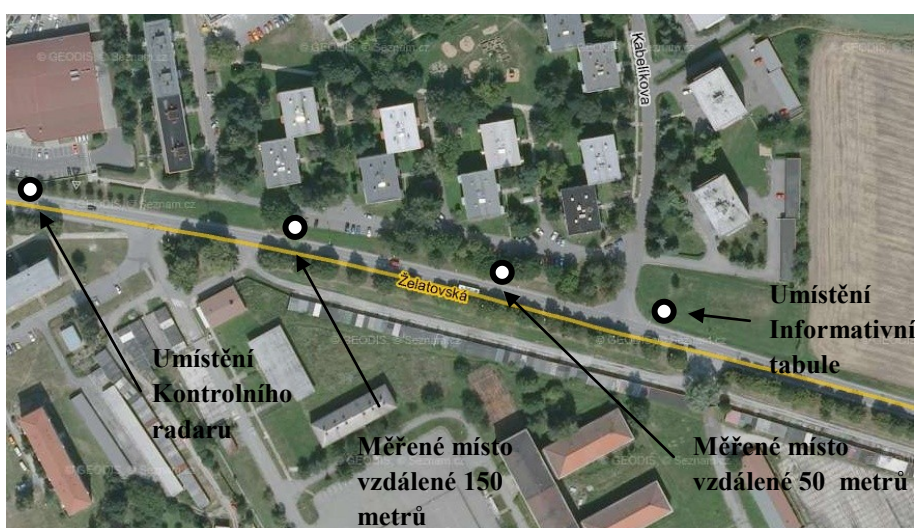
## Ulice Želatovská v Přerově

Ulice Želatovská se nachází v okresním městě Přerov, které má přes 46 360 obyvatel [26]. Tato ulice je silnicí II. třídy č. 150, která spojuje Přerov s Bystřicí pod Hostýnem. Měřený úsek byl na části silnice, která procházela již městskou zástavbou. Ve vybraném úseku je tedy maximální povolená rychlost  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Podle sčítání dopravy v roce 2010 projelo tímto úsekem 7 950 vozidel za 24 hodin [24], silnice se je tedy frekventovaná. Na Obr. 8.14 je uvedena mapa ulice Želatovské v Přerově.



Obr. 8.14 Mapa ulice Želatovské v Přerově [21]

Silnice se v úseku měření mírně svažuje a mírně zatáčí. Na silnici je vodorovné značení, které směrově odděluje dva jízdní pruhy. Měřený úsek je v zastavěné oblasti. Dále se v blízkosti měření nachází obchodní centrum. Od bytové zástavby je oddělena travnatou plochou a stromořadím. Na tomto úseku proběhla dvě měření a to v přibližné vzdálenosti 50 metrů a 150 metrů od informativní tabule. Na Obr. 8.15 je letecký pohled na měřenou lokalitu na ulici Želatovská Přerov.



Obr. 8.15 Letecký pohled na měřenou lokalitu na ulici Želatovská v Přerově s vyznačením jednotlivých pozic měření [21]

Poloha informativní tabule je přibližně 100 metrů za dopravní značkou IC 12a Obec ve směru od Bystřice pod Hostýnem. Je umístěna před zástavbou a křižovatkou s ulicí Kabelíkova, která slouží jako obslužná komunikace pro blízké panelové domy. Poloha informativní tabule je na Obr. 8.16.





Obr. 8.16 Poloha informativní tabule na ulici Želatovská v Přerově [autor]

V měřeném úseku se nacházelo ještě několik křižovatek. Všechny se ovšem nacházejí v opačném směru, než probíhalo měření. Tyto křižovatky nebyly řidiči přijíždějícími od Bystřice pod Hostýnem v době měření ve velké míře využívány. Kontrolní radar byl umístěn cca 300 metrů od informativní tabule, vedle obchodního centra. Pohled na měřený úsek na ulici Želatovská v Přerově je na Obr. 8.17.



Obr. 8.17 Pohled na měřený úsek od kontrolního radaru na ulici Želatovské v Přerově [autor]

## 8.2 Výsledky měření v jednotlivých lokalitách

Pro zpracování dat jsou použita pouze data změřená na informativních tabulích bez záznamového zařízení. Zpracované výsledky měření v jednotlivých lokalitách jsou uvedeny v následujících bodech. Příloha č. 8 uvádí všechny naměřené hodnoty z jednotlivých měření.

### 8.2.1 Měření v obci Grymov

V obci Grymov probíhalo měření ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule. Měření ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule nebylo možné provést, protože nebyl přímý výhled na tuto vzdálenost. Nebylo tak možné zaměřit laserový paprsek kontrolního radaru na vozidla v této vzdálenosti.

Měření probíhalo v úterý 11.10.2011 od 9:38 do 10:56. Měření tedy trvalo 78 minut. Za tuto dobu byla změřena rychlost u 171 vozidel.

Obloha v době měření byla zatažená, ale viditelnost byla dobrá. Teplota dosahovala 15 °C. Silnice byla suchá bez kaluží.

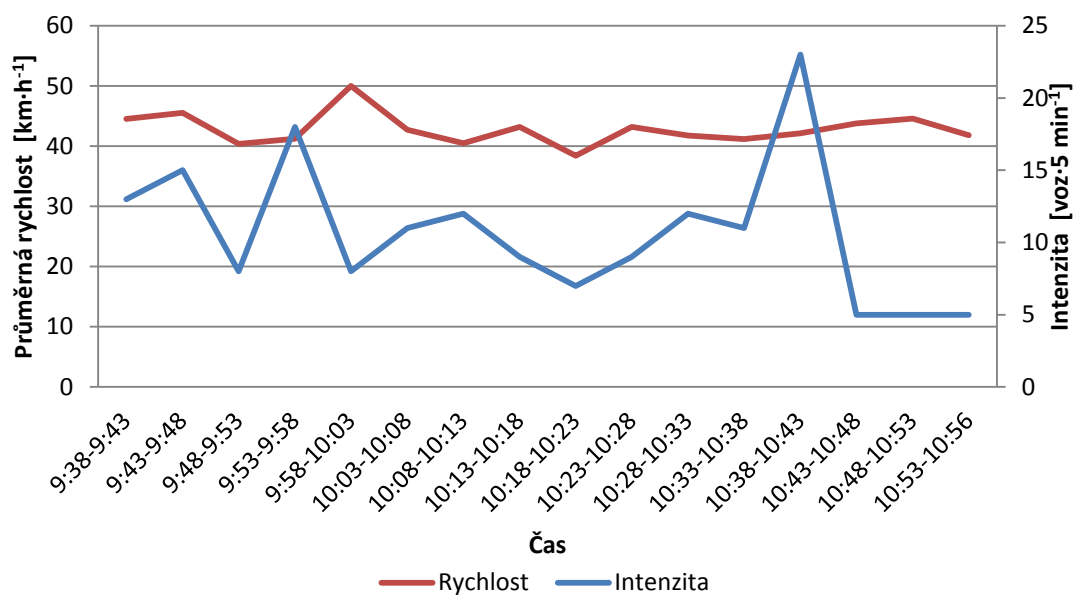
### Výsledky měření z informativní tabule v obci Grymov při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů

Výsledky průměrné rychlosti za 5 minut a intenzity ve stejném intervalu jsou z informativní tabule v Tab. 8.1.

Tab. 8.1 Průměrná rychlost a intenzita na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Grymov [autor]

Informativní tabule					
Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]
9:38-9:43	13	44,54	10:18-10:23	7	38,43
9:43-9:48	15	45,53	10:23-10:28	9	43,22
9:48-9:53	8	40,38	10:28-10:33	12	41,75
9:53-9:58	18	41,22	10:33-10:38	11	41,18
9:58-10:03	8	50	10:38-10:43	23	42,13
10:03-10:08	11	42,73	10:43-10:48	5	43,80
10:08-10:13	12	40,50	10:48-10:53	5	44,60
10:13-10:18	9	43,22	10:53-10:56	5	41,80

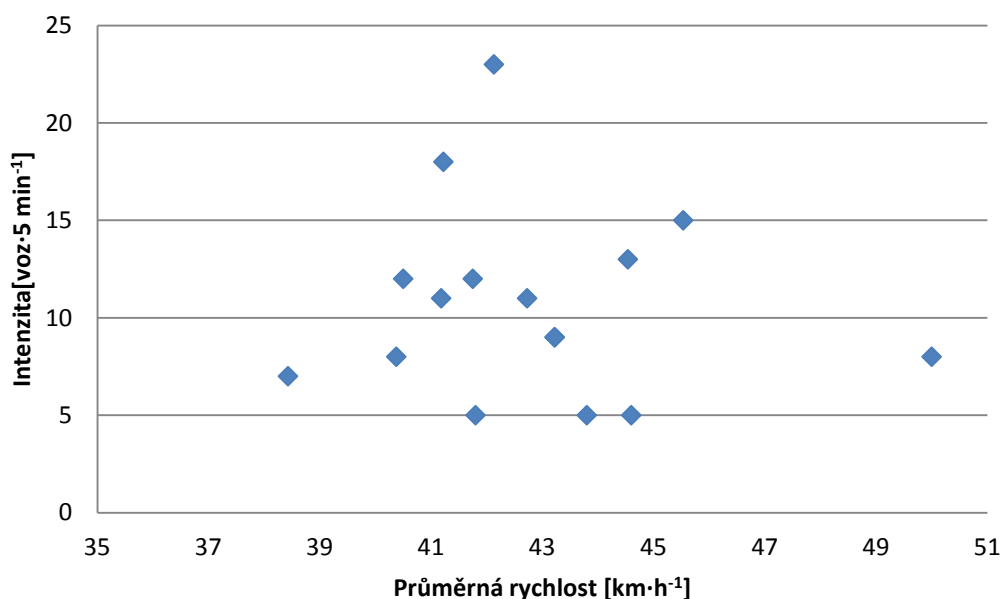
Grafické znázornění průměrných hodnot pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na informativní tabuli je uvedeno na Obr. 8.18.



Obr. 8.18 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity na informativní tabuli za dobu měření při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí v obci Grymov [autor]

Z Obr. 8.18 je vidět, že rychlost v místě informativní tabule se pohybovala mezi 40 a 50  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Průměrná rychlost za celou dobu měření byla 42,72  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Závislost intenzity a rychlosti v místě informativní tabule je vidět na Obr. 8.19.



Obr. 8.19 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Grymov [autor]

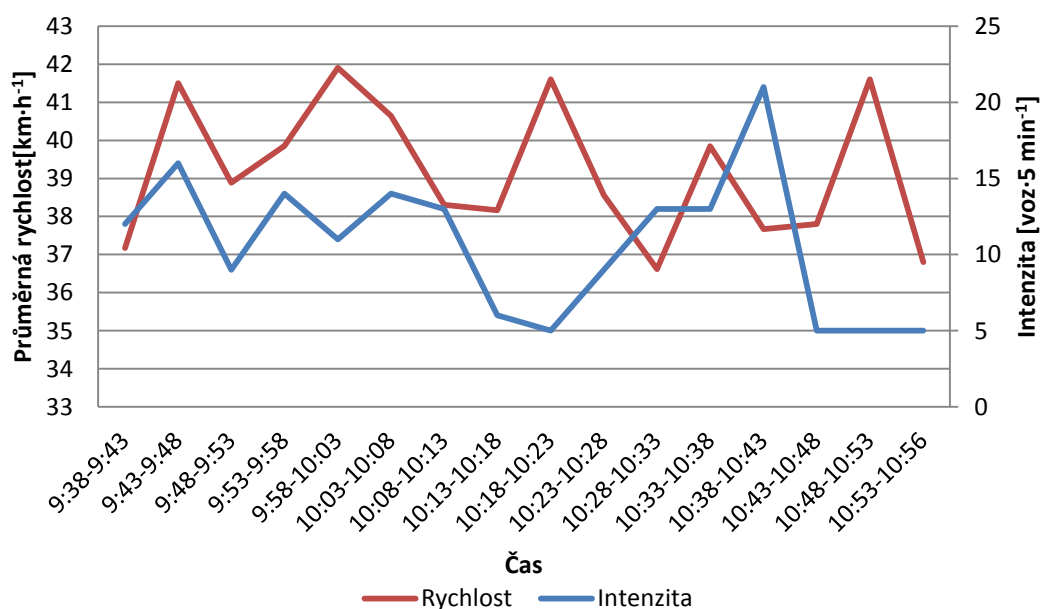
## Výsledky měření z kontrolního radaru v obci Grymov při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů

Výsledky průměrné rychlosti za 5 minut a intenzity ve stejném intervalu jsou z informativní tabule v Tab. 8.2.

Tab. 8.2 Průměrná rychlost a intenzita měřená kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Grymov [autor]

Kontrolní radar					
Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]
9:38-9:43	12	37,17	10:18-10:23	5	41,60
9:43-9:48	16	41,50	10:23-10:28	9	38,56
9:48-9:53	9	38,89	10:28-10:33	13	36,62
9:53-9:58	14	39,86	10:33-10:38	13	39,85
9:58-10:03	11	41,91	10:38-10:43	21	37,67
10:03-10:08	14	40,64	10:43-10:48	5	37,80
10:08-10:13	13	38,31	10:48-10:53	5	41,60
10:13-10:18	6	38,17	10:53-10:56	5	36,80

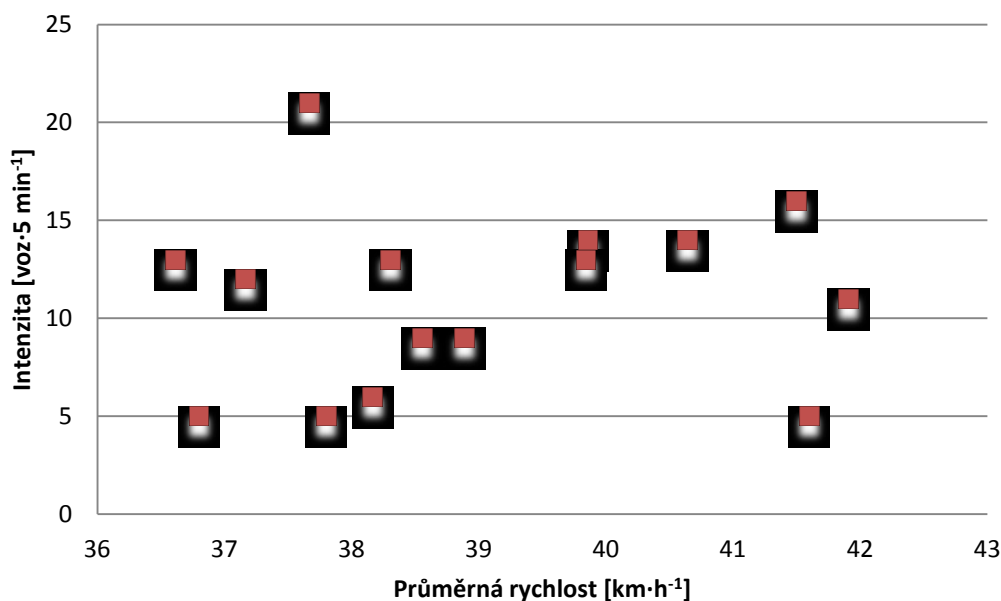
Grafické znázornění průměrných hodnot pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na informativní tabuli je uvedeno na Obr. 8.20.



Obr. 8.20 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity měřená kontrolním radarem za dobu měření ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí v obci Grymov [autor]

Na Obr. 8.20 je možné pozorovat, že průměrná rychlost automobilů v měřených 5 minutách se pohybuje okolo maximální povolené rychlosti  $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Pokud průměrná rychlost přesáhla  $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , je vyšší maximálně o  $2 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Průměrná rychlost za celou dobu měření je  $39,16 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

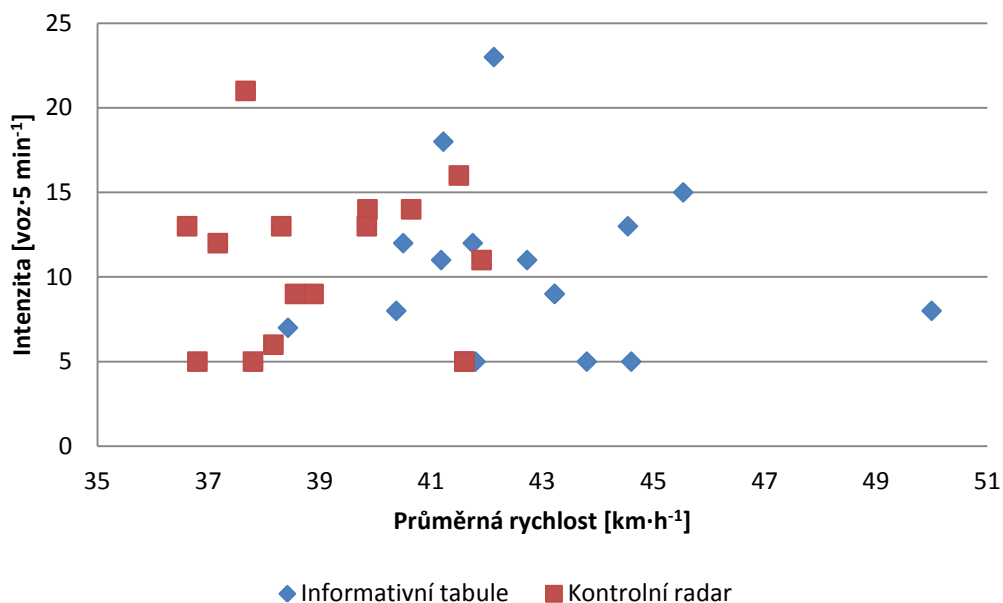
Závislost intenzity a rychlosti v místě měření kontrolním radarem je vidět na Obr. 8.21.



Obr. 8.21 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti při měření kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Grymov [autor]

## Porovnání výsledků měření v obci Grymov

Při pohledu na Obr. 8.18 a Obr. 8.20 jde vidět pokles rychlosti na kontrolním radaru. Také se to dá dedukovat i z průměrné rychlosti, která je při měření na informativní tabuli  $42,72 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a na kontrolním radaru  $39,16 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Dále na Obr. 8.22 je porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti měřené kontrolním radarem a informativní tabulí z měření ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Grymov.



**Obr. 8.22** Porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti změřené na informativní tabuli a kontrolním radaru při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Grymov[autor]

Určité snížení rychlosti je také vizuálně patrné z porovnání korelačních diagramů. Body závislosti intenzity a průměrné rychlosti měřené kontrolním radarem se shlukují nalevo od bodů naměřených dat na informativní tabuli, tedy v oblasti s nižšími rychlostmi. Dá se tedy předběžně předpokládat, že v obci Grymov došlo ke snížení rychlosti za informativní tabulí.

## 8.2.2 Měření v obci Kokory

V obci Kokory byl úsek silnice vybrán pro měření přímý. Měření se mohlo provést jak ve vzdálenosti 50 a 150 metrů od informativní tabule.

V době měření bylo slunečno s dobrou viditelností. Silnice byla suchá bez kaluží. Teplota se pohybovalo okolo 7 °C.

Měření probíhalo ve čtvrtek 13.10.2011 od 9:11 až do 9:44 na vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule a od 9:48 do 10:22 na vzdálenosti 50 metrů. Za celkovou dobu měření projelo úsekem 307 vozidel. Maximální povolená rychlost v úseku měření je 50 km·h<sup>-1</sup>.

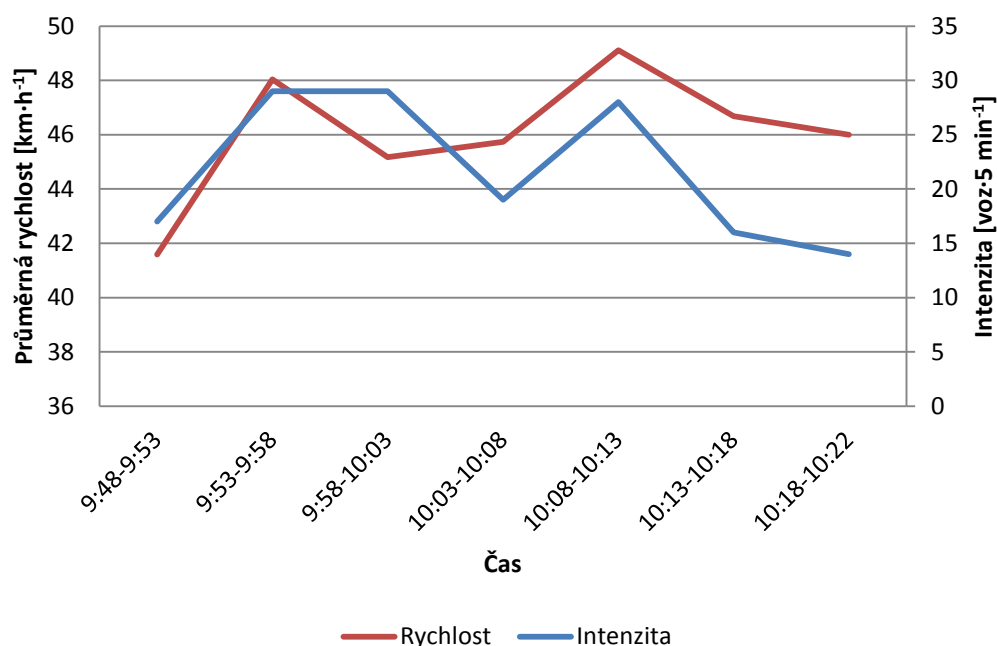
## Výsledky měření z informativní tabule v obci Kokory při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů

Výsledky průměrných rychlosti za 5 minut a intenzit ve stejném intervalu z informativní tabule při měření na vzdálenosti 50 metrů jsou v Tab. 8.3.

Tab. 8.3 Průměrná rychlost a intenzita na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule v obci Kokory [autor]

Informativní tabule 50 m		
Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]
9:48-9:53	17	41,59
9:53-9:58	29	48,04
9:58-10:03	29	45,17
10:03-10:08	19	45,74
10:08-10:13	28	49,11
10:13-10:18	16	46,69
10:18-10:22	14	46

Grafické znázornění průměrných hodnot pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na informativní tabuli je uvedeno na Obr. 8.23.

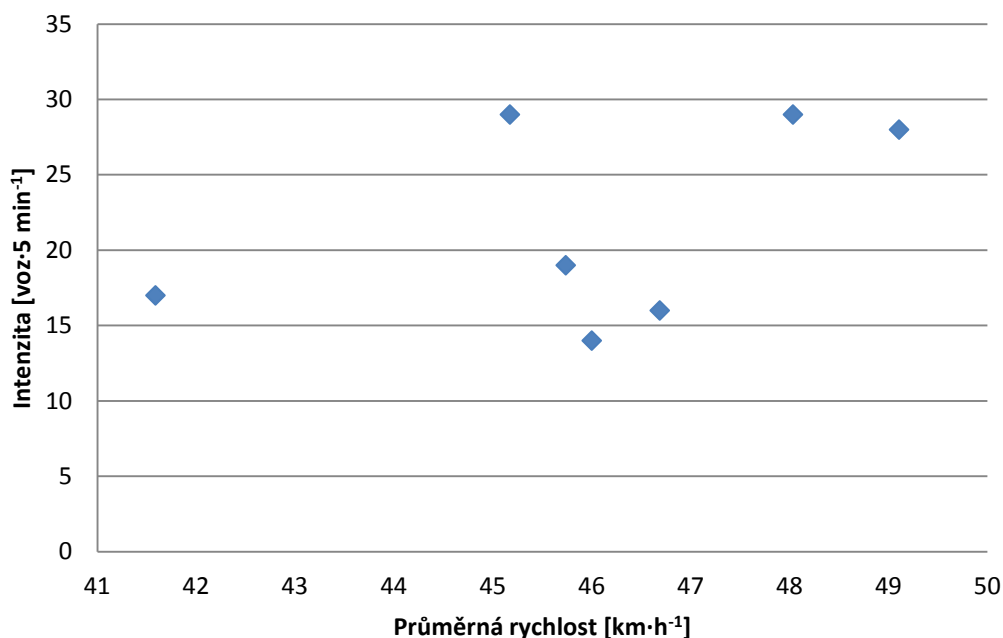


Obr. 8.23 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity na informativní tabuli za dobu měření při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 m za informativní tabulí v obci Kokory [autor]

Podle Obr. 8.23 lze usoudit, že řidiči při jízdě u informativní tabule dodržovali rychlost. Průměrná rychlost vozidel se pohybovala pod maximální povolenou rychlostí a to 50 km·h<sup>-1</sup> a činila 46,35 km·h<sup>-1</sup>. I přes tuto průměrnou rychlost byli řidiči, kteří výrazně rychlost překročili. Maximální naměřená rychlost byla 67 km·h<sup>-1</sup> ovšem výrazné

překročení rychlosti bylo pouze ojedinělé. V obci Kokory byla vysoká intenzita vozidel. Během pěti minutových intervalů projelo více vozidel, než v ostatních měření, proto v korelačním diagramu se vyskytuje méně bodů než v ostatních měřeních.

Závislost intenzity a rychlosti v místě informativní tabule je uvedena na Obr. 8.24.



Obr. 8.24 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabule v obci Kokory [autor]

## Výsledky měření z kontrolního radaru v obci Kokory při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů

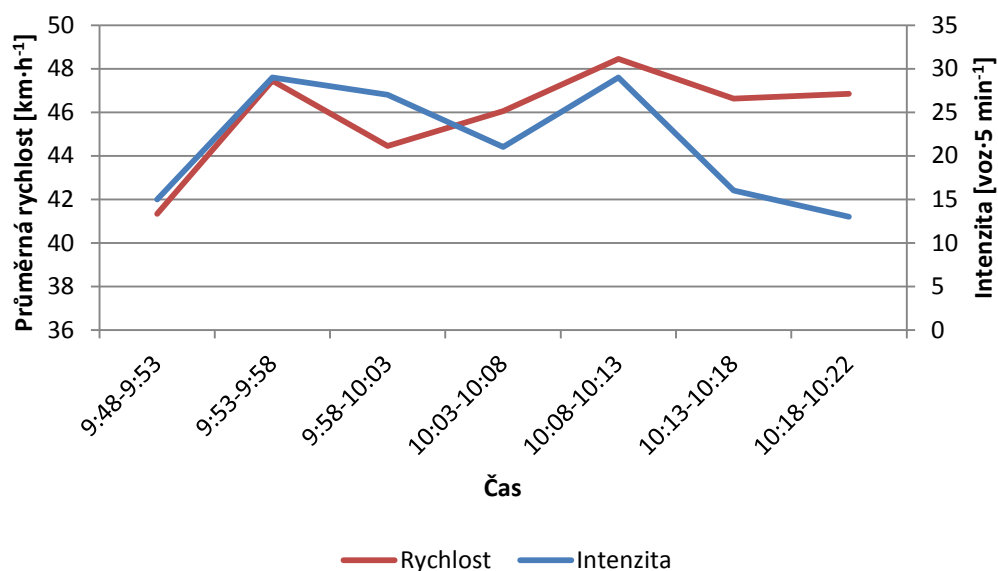
Výsledky průměrných rychlosti za 5 minut a intenzit ve stejném intervalu z měření ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule jsou uvedeny v Tab. 8.4.

Tab. 8.4 Průměrná rychlost a intenzita měřená kontrolním radarem ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule v obci Kokory [autor]

Kontrolní radar 50 m		
Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]
9:48-9:53	15	41,33
9:53-9:58	29	47,45
9:58-10:03	27	44,44
10:03-10:08	21	46,05
10:08-10:13	29	48,45
10:13-10:18	16	46,63
10:18-10:22	13	46,85

Grafické znázornění průměrných hodnot pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na informativní tabuli je uvedeno na Obr. 8.25.

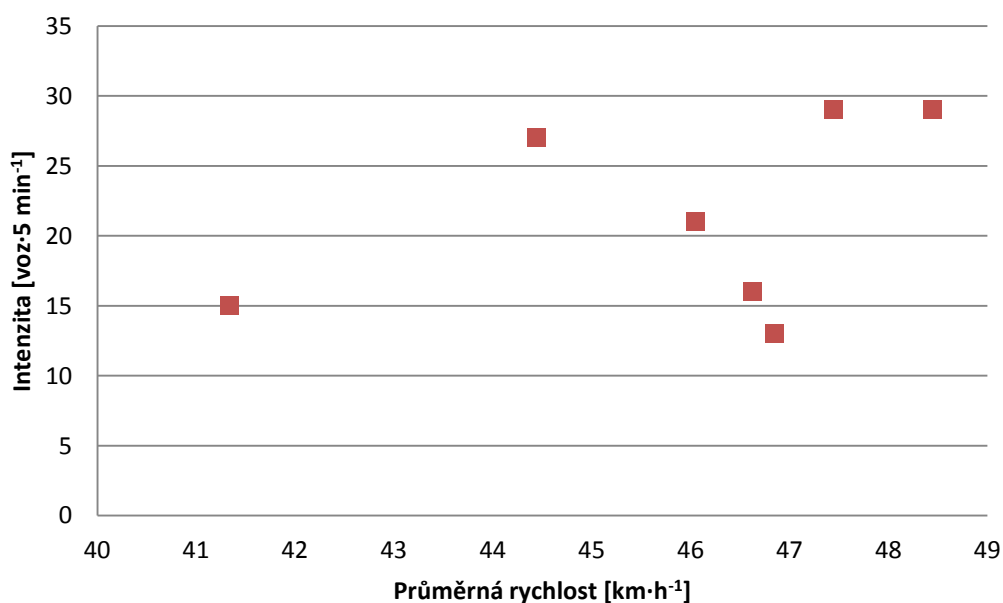




Obr. 8.25 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity měřené kontrolním radarem za dobu měření ve vzdálenosti 50 m za informativní tabulí v obci Kokory [autor]

Na kontrolním radaru, který měřil rychlost 50 metrů od informativní tabule, je podobný vývoj jako na informativní tabuli ve stejném časovém rozmezí. Lze ovšem pozorovat malý pokles rychlosti. Nejvyšší průměrná rychlost za 5 minut se pohybuje okolo  $48 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Průměrná rychlost za dané časové období je  $46,15 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Nejvyšší rychlost, která byla naměřena, byla  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Závislost intenzity a rychlosti v místě informativní tabule je vidět na Obr. 8.26.

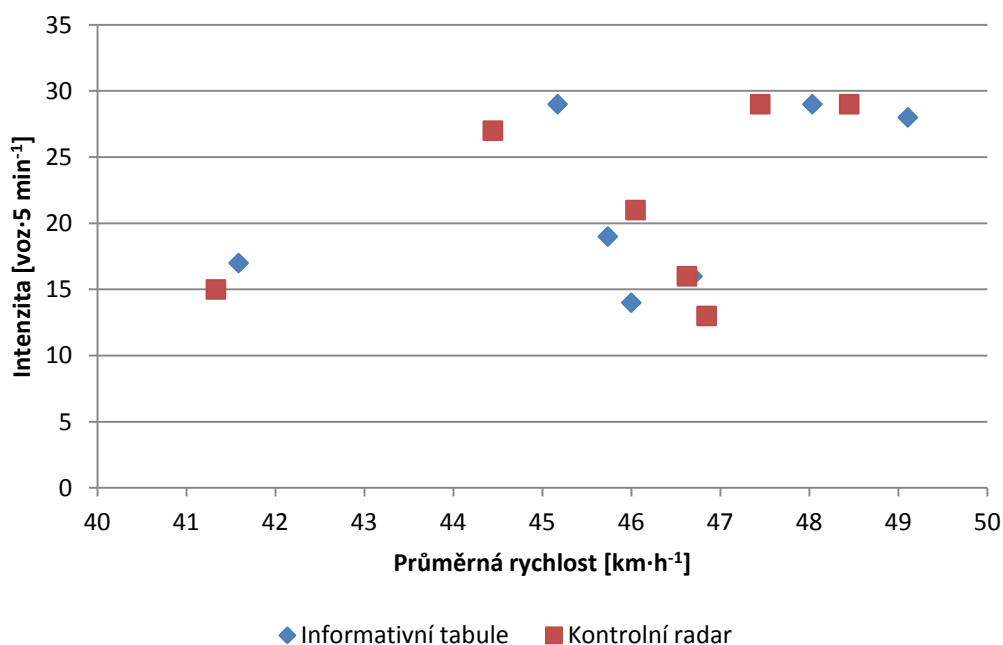


Obr. 8.26 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti při měření kontrolním radarem ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí v obci Kokory [autor]

## Porovnání výsledků měření v obci Kokory v měřené vzdálenosti 50 metrů

Z Obr. 8.23 a Obr. 8.25 lze pozorovat pokles rychlosti. Také podle průměrné rychlosti za celou dobu měření, která na informativní tabuli byla  $46,35 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a na kontrolním radaru  $46,15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , vyplývá, že řidiči snížili rychlost vozidel. Ovšem pokles je pouze o  $0,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Průměrné rychlosti za 5 minut jak na informativní tabuli, tak na kontrolním radaru nepřesahují  $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Průměrné rychlosti v místě informativní tabule byla pod maximální povolenou rychlostí, a tedy nešlo očekávat, že by došlo k výraznému překročení rychlosti v místě kontrolního měření. Proto není ani další snížení rychlosti podstatné.

Na Obr. 8.27 je porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti na informativní tabuli a měřené kontrolním radarem a v měřené vzdálenosti 50 metrů.



**Obr. 8.27** Porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti změřené na informativní tabuli a kontrolním radaru při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí v obci Kokory [autor]

Údaje znázorněné v korelačním diagramu také ukazují, že průměrné rychlosti vozidel jsou velice podobné jak na informativní tabuli, tak na kontrolním radaru. Body v korelačním diagramu z informativní tabule a z kontrolního radaru se vyskytují blízko sebe. Nelze tedy konstatovat, zda dochází ke snížení rychlosti v závislosti na informativní tabuli. Ve dvou případech došlo i k mírnému nárůstu rychlostí.

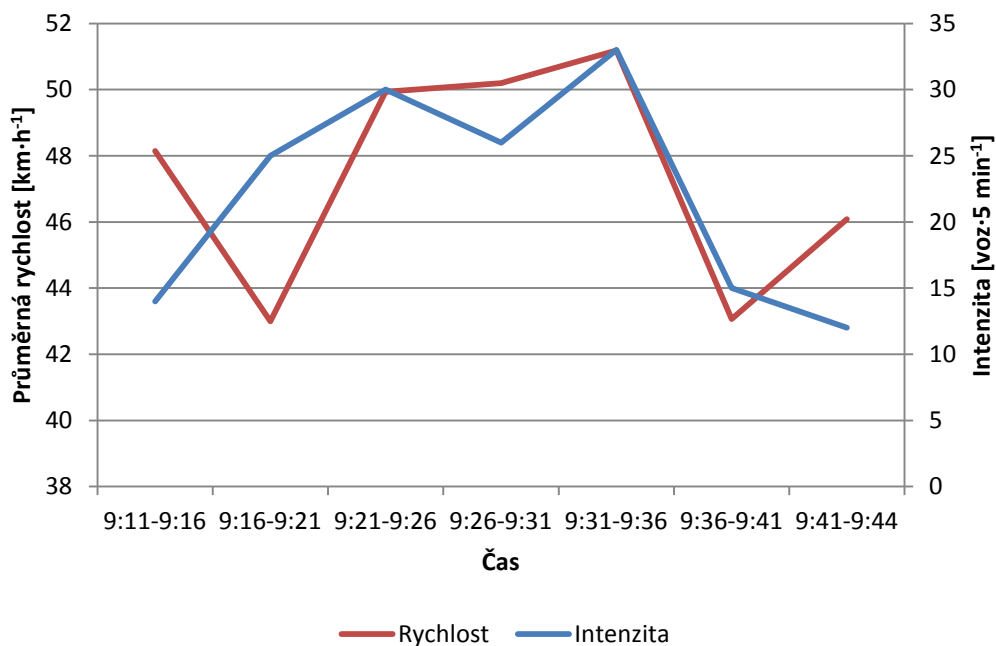
## Výsledky měření z informativní tabule v obci Kokory při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů

Výsledky průměrných rychlosti za 5 minut a intenzit ve stejném intervalu z měření ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule jsou uvedeny v Tab. 8.5.

Tab. 8.5 Průměrná rychlost a intenzita na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Kokory [autor]

Informativní tabule 150 m		
Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]
9:11-9:16	14	48,15
9:16-9:21	25	43
9:21-9:26	30	49,94
9:26-9:31	26	50,2
9:31-9:36	33	51,18
9:36-9:41	15	43,07
9:41-9:44	12	46,08

Grafické znázornění průměrných hodnot pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na informativní tabuli je uvedeno na Obr. 8.28.

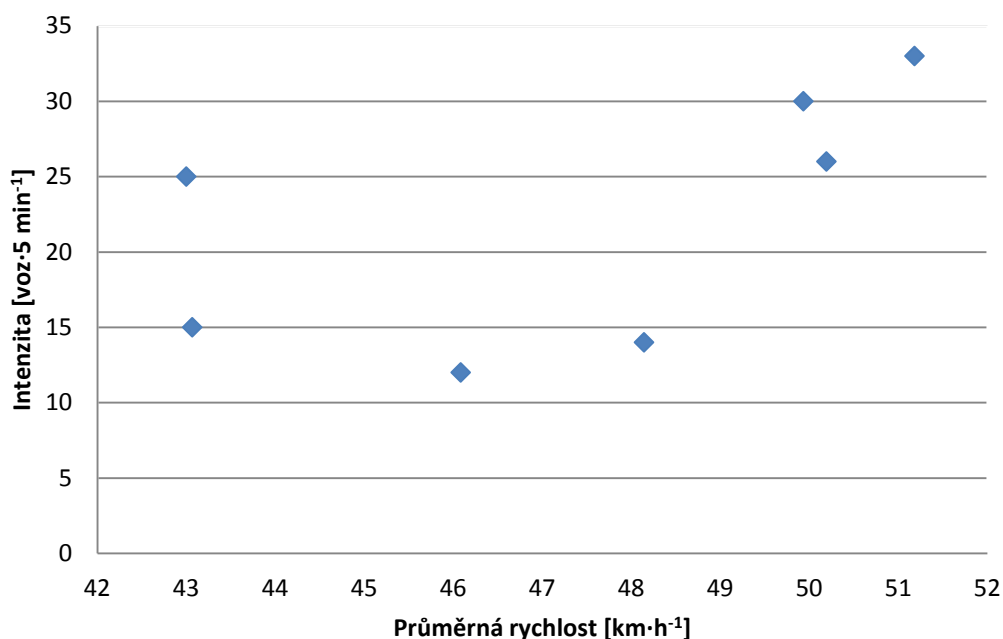


Obr. 8.28 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity na informativní tabuli za dobu měření při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí v obci Kokory [autor]

V časovém rozmezí, kdy se ověřovala rychlost ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí, se pohybovala průměrná rychlost za 5 minut pod maximální povolenou rychlostí a to 50 km·h<sup>-1</sup>. Pouze v jednom případě průměrná rychlost přesáhla max. povolenou hranici. Průměrná rychlost v celém časovém rozmezí je 48 km·h<sup>-1</sup>.

Na informativní tabuli několikrát byla překročena maximální povolená rychlost o více než  $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Nejvyšší naměřené rychlost byla  $73 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Závislost intenzity a rychlosti v místě informativní tabule je vidět na Obr. 8.29.



Obr. 8.29 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Kokory [autor]

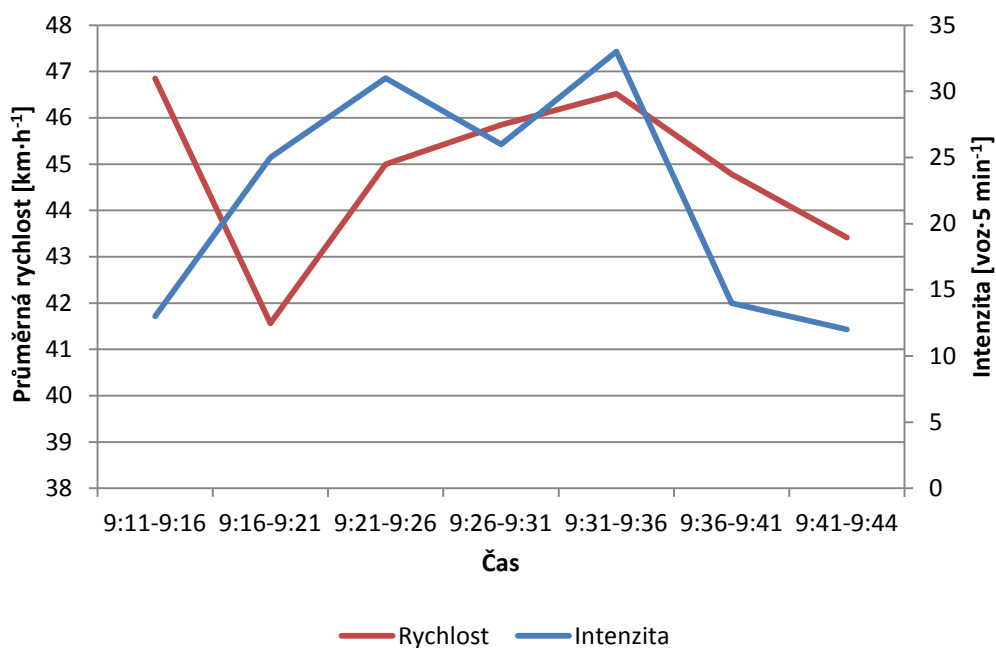
## Výsledky měření z kontrolního radaru v obci Kokory při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů

Výsledky průměrných rychlosti za 5 minut a intenzit ve stejném intervalu z informativní tabule při měření na vzdálenosti 150 metrů jsou v Tab. 8.6.

Tab. 8.6 Průměrná rychlost a intenzita měřená kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Kokory [autor]

Kontrolní radar 150		
Čas	Intenzita [ $\text{voz} \cdot 5 \text{ min}^{-1}$ ]	Průměrná rychlost [ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ]
9:11-9:16	13	46,85
9:16-9:21	25	41,56
9:21-9:26	31	45
9:26-9:31	26	45,85
9:31-9:36	33	46,55
9:36-9:41	14	44,79
9:41-9:44	12	43,42

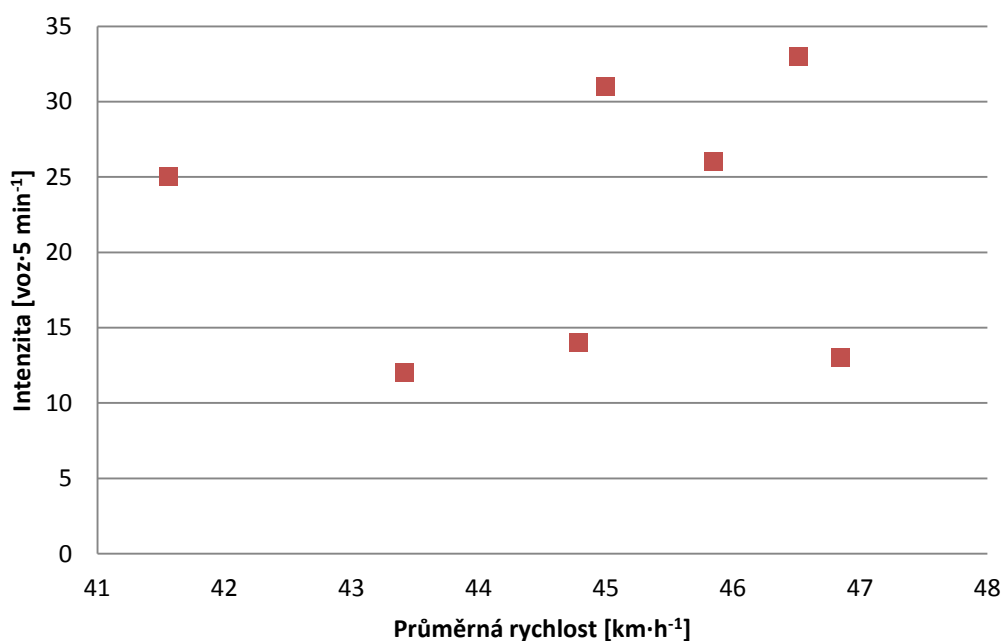
Grafické znázornění průměrných hodnot pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na informativní tabuli je uvedeno na Obr. 8.30.



Obr. 8.30 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity měřené kontrolním radarem za dobu měření ve vzdálenosti 50 m za informativní tabulí v obci Kokory [autor]

Průměrné rychlosti za 5 minut měřené kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů se pohybovaly pod  $47 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , tedy pod nejvyšší povolenou rychlostí. Nejvyšší naměřená rychlost byla  $58 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Průměrná rychlost za celou dobu měření byla  $44,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Závislost intenzity a průměrné rychlosti měřené kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule je vidět na Obr. 8.31.

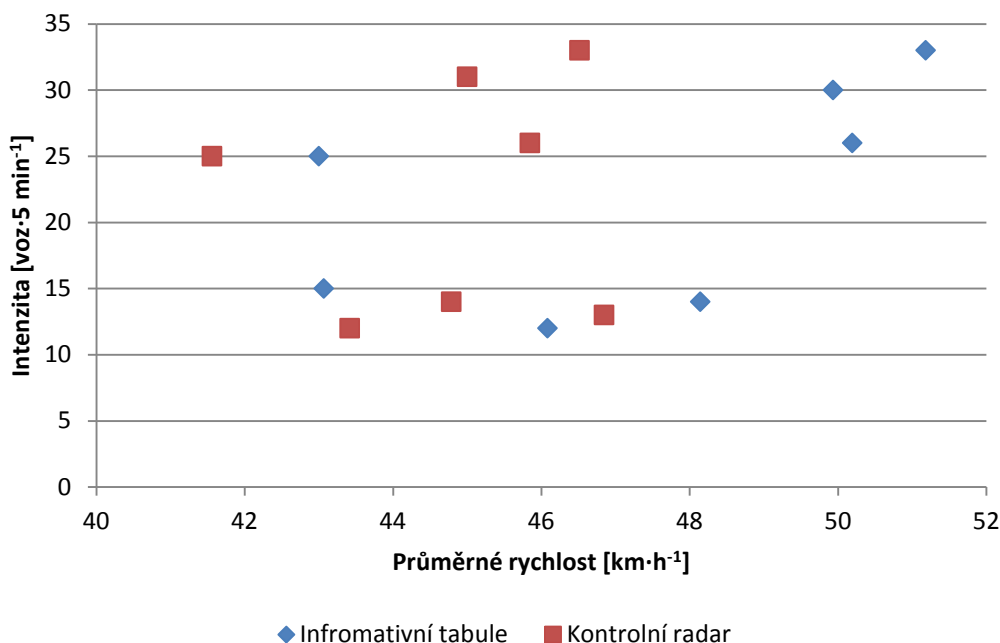


Obr. 8.31 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti při měření kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Kokory [autor]

## Porovnání výsledků měření v obci Kokory v měřené vzdálenosti 150 metrů

Z Obr. 8.28 a Obr. 8.30 je patrné, že průměrná rychlost za informativní tabulí klesla. Na informativní tabuli se průměrná rychlost pohybovala od 43 do 51  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ , kdežto 150 metrů za informativní tabulí se průměrná rychlost pohybovala od 41 do 47  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Mimo jiné o zpomalení řidičů vypovídá snížení celkové průměrné rychlosti, která byla o 3  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  nižší. Také je výrazný pokles maximální rychlosti, která byla naměřena. Na informativní tabuli byla 73  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ , o 150 metrů dále byla 58  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Na Obr. 8.32 je porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti měřené kontrolním radarem a informativní tabulí v měřené vzdálenosti 150 metrů.



**Obr. 8.32** Porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti změřené na informativní tabuli a kontrolním radaru při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Kokory [autor]

Při porovnání jednotlivých korelačních diagramů výsledků z informativní tabule a z kontrolního radaru, který měřil rychlosti automobilů 150 metrů za informativní tabulí, lze odhadnout jistý pokles rychlostí. Největší pokles rychlosti lze pozorovat u vyšších průměrných rychlostí nad 50  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Důležitější je, že v místě kontrolních měření již nedocházelo k výraznému překročení rychlosti jako v úrovni informativní tabule. Zda skutečně došlo ke snížení rychlosti či nikoliv se ověří statistickým testem.

## Porovnání celkových výsledků měření v obci Kokory v měřené vzdálenosti 50 a 150 metrů

Z obou měření provedených v obci Kokory se nedá odhadnout, zda došlo ke snížení rychlosti za informativní tabulí. Při měření ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule byly průměrné rychlosti nižší než při měření v 50 metrové vzdálenosti, přestože na informativní tabuli byly naměřeny vyšší průměrné rychlosti v době měření ve vzdálenosti 150 metrů. Porovnání průměrných rychlostí při měření v obci Kokory je v Tab. 8.7.

Tab. 8.7 Porovnání průměrných rychlostí naměřených v obci Kokory [autor]

	50 m	150 m
<b>Informativní tabule</b>	46,35 km·h <sup>-1</sup>	48 km·h <sup>-1</sup>
<b>Kontrolní radar</b>	46,15 km·h <sup>-1</sup>	44,9 km·h <sup>-1</sup>

Z tohoto měření vyplývá, že s vyšším odstupem od informativní tabule řidiči více sníží rychlost. Je to zřejmé zejména z průměrných rychlostí, které jsou evidentně nižší ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule.

### 8.2.3 Měření v obci Prosenice

V obci Prosenice se provádělo měření pouze jedno ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule. Měření ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí nemohlo být realizované, protože v úseku se nachází zatáčka a vzdálenost 50 metrů od informativní tabule nemohla být zaměřena laserovým paprskem kontrolního radaru. Také malá intenzita neumožnila druhé měření v této obci z důvodu vytíženosti příslušníků policie ČR.

V době měření bylo zataženo s dobrou viditelností. Silnice byla suchá bez kaluží. Teplota se pohybovala okolo 17 °C.

Měření probíhalo v úterý 11.10. 2011 od 11:48 do 14:25. Celková doba měření tedy byla 157 minut. Za tuto dobu bylo změřeno 150 vozidel. Maximální povolená rychlost v úseku měření je 50 km·h<sup>-1</sup>.

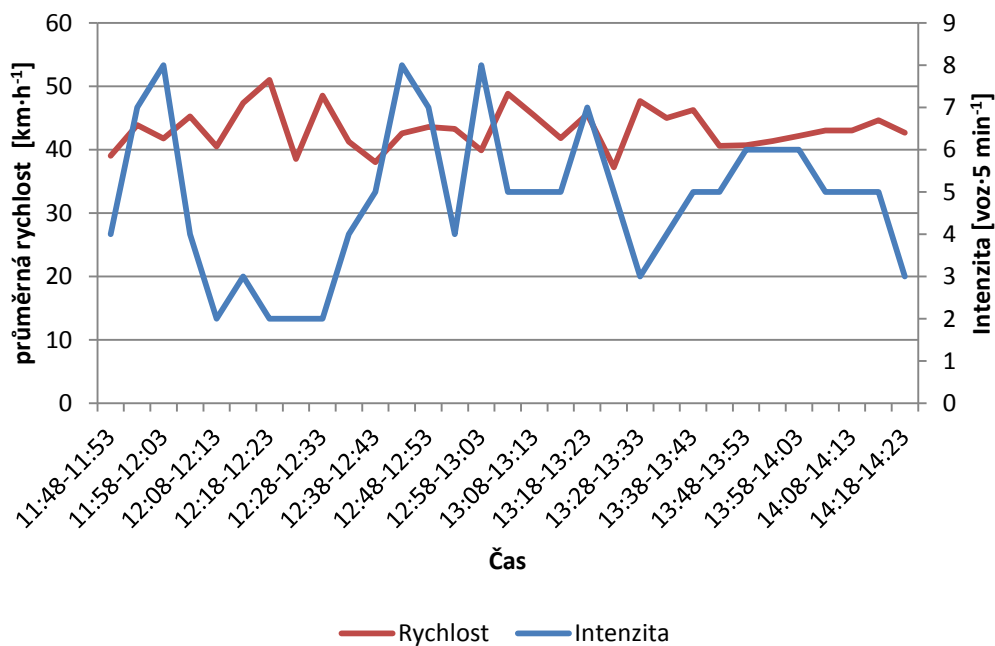
### Výsledky měření z informativní tabule v obci Prosenice při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů

Výsledky průměrných rychlostí za 5 minut a intenzit ve stejném intervalu z informativní tabule při měření na vzdálenosti 150 metrů jsou v Tab. 8.8.

Tab. 8.8 Průměrná rychlost a intenzita na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Prosenice [autor]

Informativní tabule					
Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]
11:48-11:53	2	44	13:13-13:18	5	45,4
11:53-11:58	4	39	13:18-13:23	5	41,8
11:58-12:03	7	43,86	13:23-13:28	7	45,57
12:03-12:08	8	41,75	13:28-13:33	5	37,2
12:08-12:13	4	45,25	13:33-13:38	3	47,67
12:13-12:18	2	40,5	13:38-13:43	4	45
12:18-12:23	3	47,33	13:43-13:48	5	46,25
12:23-12:28	2	51	13:48-13:53	5	40,6
12:28-12:33	2	38,5	13:53-13:58	6	40,67
12:33-12:38	2	48,5	13:58-14:03	6	41,33
12:38-12:43	4	41,25	14:03-14:08	6	42,17
12:43-12:48	5	38	14:08-14:13	5	43
12:48-12:53	8	42,57	14:13-14:18	5	43
12:53-12:58	7	43,57	14:18-14:23	5	44,6
12:58-13:03	4	43,25	14:23-14:25	3	42,67
13:03-13:08	8	39,88			
13:08-13:13	5	48,8			

Grafické znázornění průměrných hodnot pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na informativní tabuli je uvedeno na Obr. 8.33.

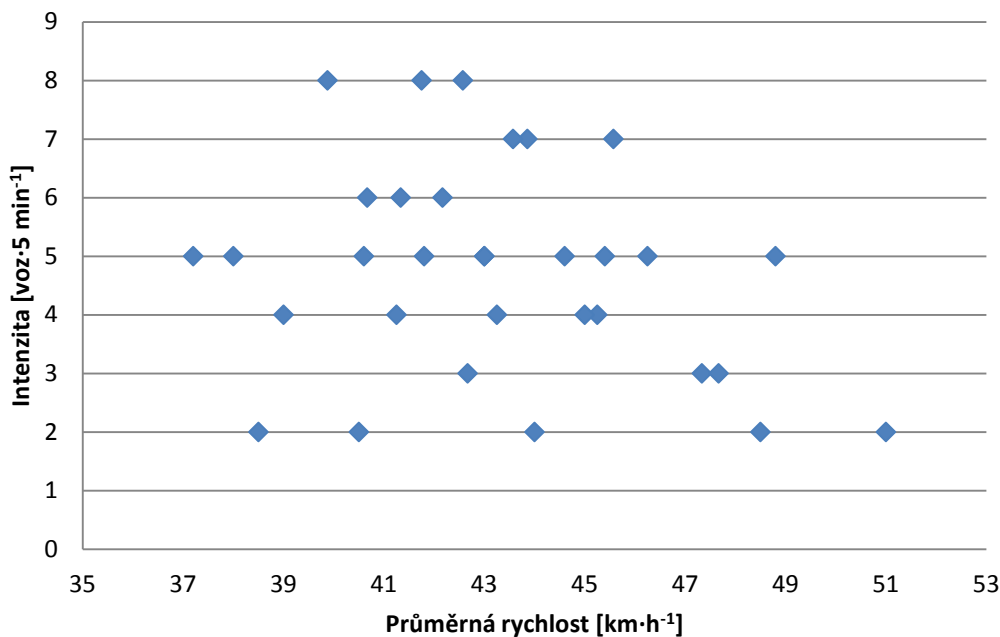


Obr. 8.33 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity na informativní tabuli za dobu měření při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí v obci Prosenice [autor]



V Obr. 8.33 lze vidět, že průměrná rychlost v pětiminutových intervalech je bez větších výchylek. Průměrná rychlost se pohybovala mezi 38 až 51 km·h<sup>-1</sup>. Rychlost se tedy už na začátku měřeného úseku pohybovala v mezích maximální povolené rychlosti. Nejvyšší naměřená rychlost informativní tabulí byla 60 km·h<sup>-1</sup>, ta byla změřena ve více případech. Celková průměrná rychlost je 42,9 km·h<sup>-1</sup>.

Závislost intenzity a rychlosti v místě informativní tabule je vidět na Obr. 8.34.



Obr. 8.34 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Prosenice [autor]

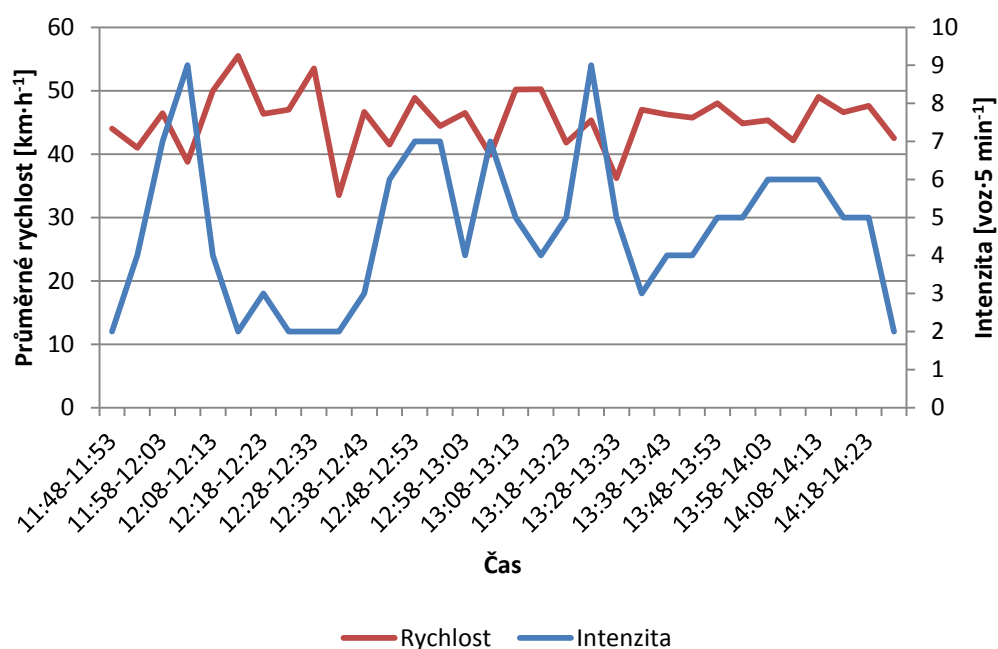
### Výsledky měření z kontrolního radaru v obci Prosenice při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů

Výsledky průměrných rychlosti za 5 minut a intenzit ve stejném intervalu z kontrolního radaru při měření na vzdálenosti 150 metrů jsou v Tab. 8.9.

Tab. 8.9 Průměrná rychlost a intenzita měřená kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Prosenice [autor]

Kontrolní radar					
Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]
11:48-11:53	2	44	13:08-13:13	5	50,2
11:53-11:58	4	41	13:13-13:18	4	50,25
11:58-12:03	7	46,43	13:18-13:23	5	41,8
12:03-12:08	9	38,78	13:23-13:28	9	45,33
12:08-12:13	4	50	13:28-13:33	5	36,2
12:13-12:18	2	55,5	13:33-13:38	3	47
12:18-12:23	3	46,33	13:38-13:43	4	46,25
12:23-12:28	2	47	13:43-13:48	4	45,75
12:28-12:33	2	53,5	13:48-13:53	5	48
12:33-12:38	2	33,5	13:53-13:58	5	44,8
12:38-12:43	3	46,67	13:58-14:03	6	45,33
12:43-12:48	6	41,5	14:03-14:08	6	42,17
12:48-12:53	7	48,86	14:08-14:13	6	49
12:53-12:58	7	44,437	14:13-14:18	5	46,6
12:58-13:03	4	46,5	14:18-14:23	5	47,6
13:03-13:08	7	39,86	14:23-14:25	2	42,5

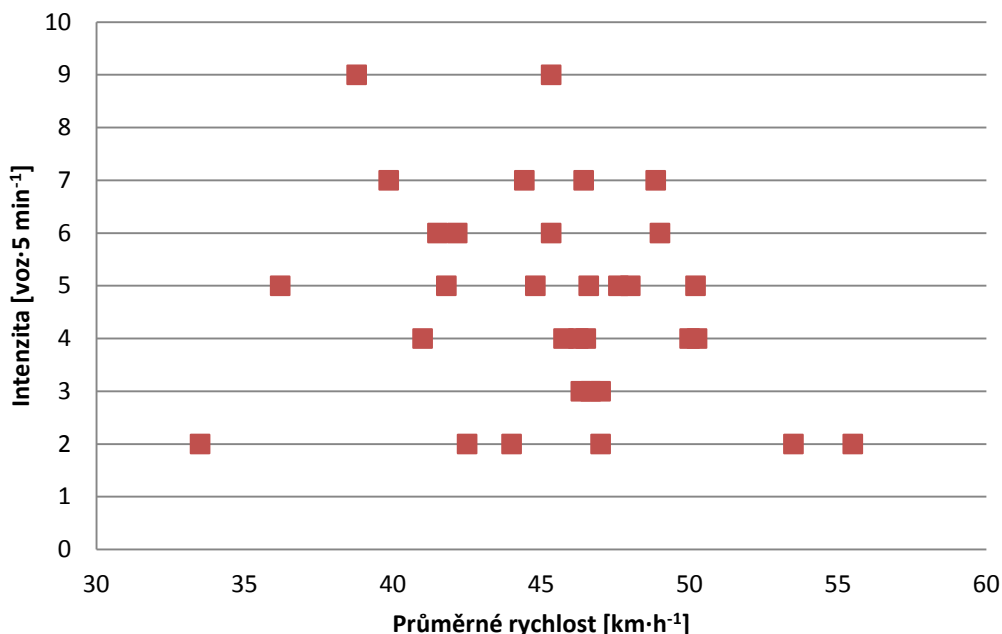
Grafické znázornění průměrných hodnot pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na informativní tabuli je uvedeno na Obr. 8.35.



Obr. 8.35 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity měřené kontrolním radarem za dobu měření ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí v obci Prosenice [autor]

Nejnižší průměrná rychlost v pětiminutových intervalech měřená kontrolním radarem činila  $33,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Nejvyšší naměřená průměrná rychlost činila  $55,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Celková průměrná rychlost vozidel je  $44,99 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Závislost intenzity a rychlosti měřené kontrolním radarem je vidět na Obr. 8.36.

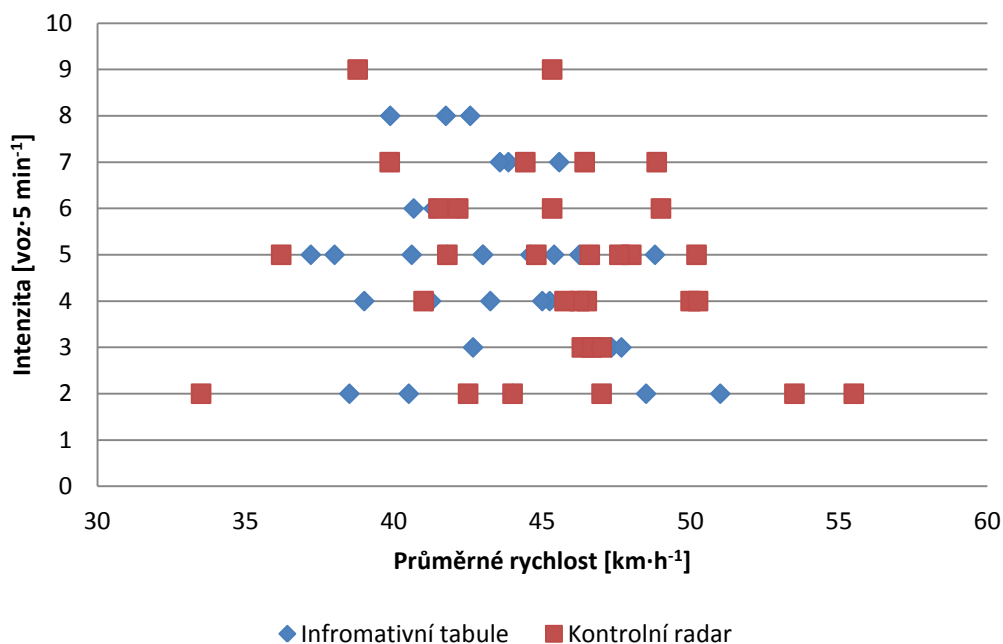


Obr. 8.36 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti při měření kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Prosenice [autor]

## Porovnání výsledků měření v obci Prosenice

Z průměrných rychlostí z obou měřících stanovišť je patrný mírný nárůst rychlosti za informativní tabulí. Viditelné to je na Obr. 8.33 a Obr. 8.35, kde na Obr. 8.35 jsou výsledky měření z kontrolního radaru a tyto jsou vyšší než výsledky z informativní tabule. Také porovnáním průměrných rychlostí za celou dobu měření je možné sledovat určitý nárůst. Na informativní tabuli byla průměrná rychlost  $42,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a na kontrolním radaru  $44,99 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Mimo jiné také nárůst nejvyšší naměřené rychlosti o  $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na kontrolním radaru svědčí o určité tendenci řidičů zvyšovat rychlost.

Na Obr. 8.37 je porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti měřené kontrolním radarem a informativní tabulí v měřené vzdálenosti 150 metrů.



Obr. 8.37 Porovnání korelačních diagramů intenzity a rychlosti změřené na informativní tabuli a kontrolním radaru při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Prosenice [autor]

Pro obec Prosenice byla charakteristická nízká intenzita vozidel. Z tohoto důvodu je v korelačním diagramu více bodů než v ostatních měřeních. Porovnáním hodnot naměřených na informativní tabuli a kontrolním radaru jednoznačně neprokazuje, zda dochází ke snížení nebo ke zvýšení rychlosti za informativní tabulí. Jednotlivé průměrné rychlosti v závislosti na intenzitě jsou různě rozmístěny po celém rozsahu naměřených hodnot. Z tohoto korelačního diagramu se nedá odhadnout, zda dochází ke změně rychlosti za informativní tabulí v obci Prosenice či nikoliv.

#### 8.2.4 Měření na ulici Želatovské v Přerově

V Přerově se měřilo na ulici Želatovská. Na ulici jsou vyhovující podmínky jak pro měření na 50 metrové vzdálenosti, tak pro měření na 150 metrové vzdálenosti. Pro vyhovující podmínky se zde provedla měření v obou vzdálenostech. Na ulici je vysoká intenzita, proto také nebyl problém s naměřením potřebného počtu údajů.

V době měření bylo zataženo, pod mrakem. Silnice byla mokrá, bez kaluží. Teplota se pohybovalo okolo 15 °C.

Měření probíhalo v úterý 11.10. 2011 od 7:39 do 8:11 na 150 metrové vzdálenosti od informativní tabule a od 8:14 do 9:08 na místě vzdáleném 50 metrů od informativní tabule. Maximální povolená rychlost v úseku měření je 50 km·h<sup>-1</sup>.

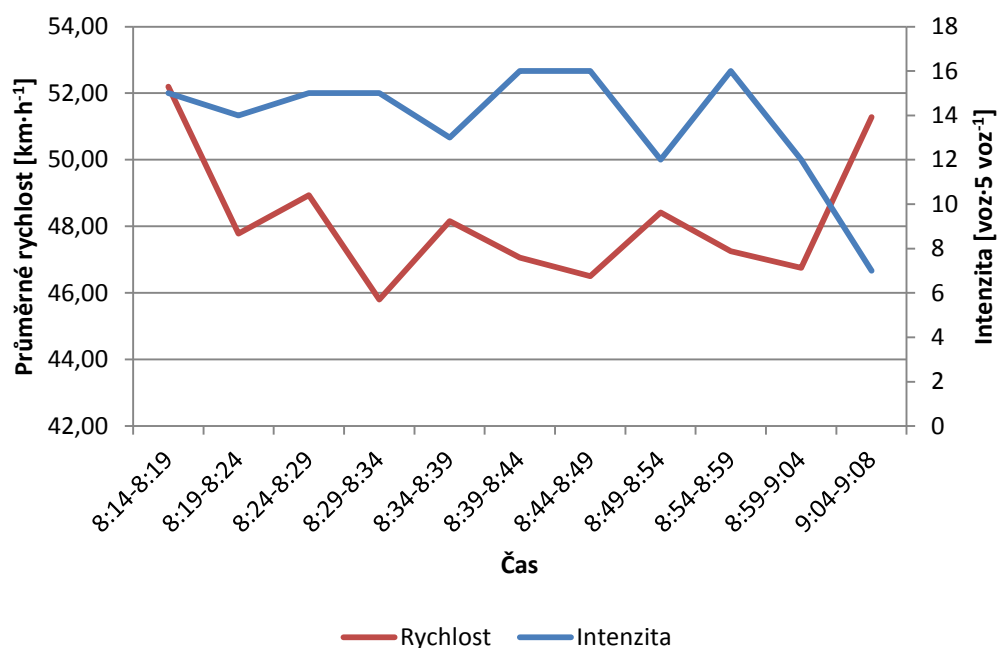
## Výsledky měření z informativní tabule na ulici Želatovské v Přerově při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů

Výsledky průměrných rychlosti za 5 minut a intenzit ve stejném intervalu z informativní tabule při měření na vzdálenosti 50 metrů jsou v Tab. 8.10.

Tab. 8.10 Průměrná rychlost a intenzita na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule na ulici Želatovská v Přerově [autor]

Informativní tabule 50 m		
Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]
8:14-8:19	15	52,2
8:19-8:24	14	47,79
8:24-8:29	15	48,93
8:29-8:34	15	45,8
8:34-8:39	13	48,15
8:39-8:44	16	47,06
8:44-8:49	16	46,5
8:49-8:54	12	48,42
8:54-8:59	16	47,25
8:59-9:04	12	46,75
9:04-9:08	7	51,29

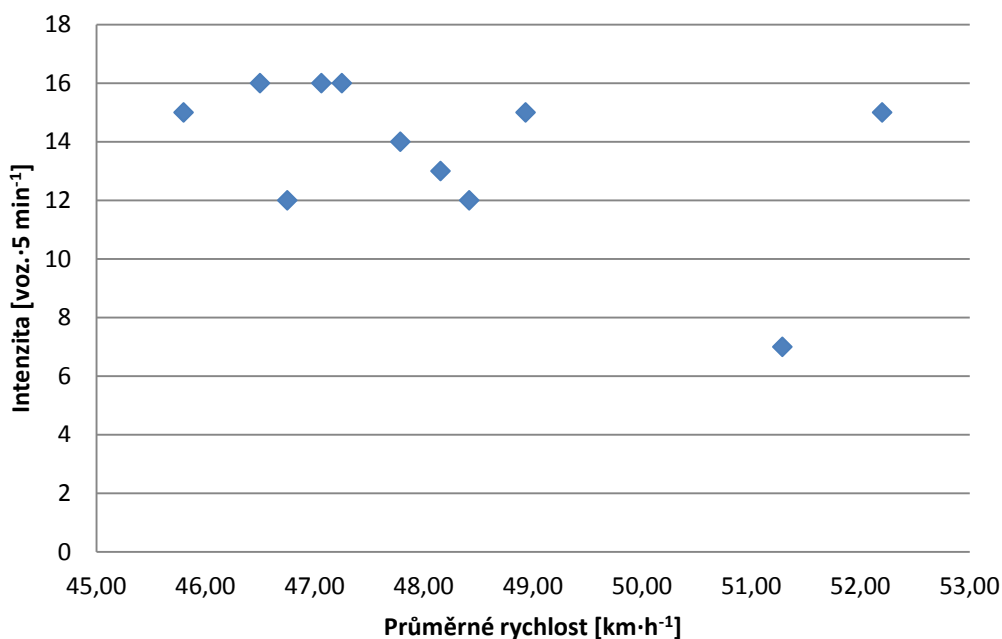
Grafické znázornění průměrných hodnot pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na informativní tabuli je uvedeno na Obr. 8.38.



Obr. 8.38 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity na informativní tabuli za dobu měření při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 m za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově [autor]

V tomto případě se průměrná rychlost pohybovala pod maximální povolenou rychlostí  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Pouze ve dvou případech průměrná rychlost za 5 minut přesáhla hranici  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a to max. o  $2 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Průměrná rychlost za dobu od 8:14 do 9:08 byla  $48,03 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Ovšem v průběhu měření se u 9 vozidel vyskytlo, že rychlost přesáhla povolenou hranici o  $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Nejvyšší naměřená rychlost byla  $71 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Závislost intenzity a rychlosti v místě informativní tabule je vidět na Obr. 8.39.



Obr. 8.39 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově [autor]

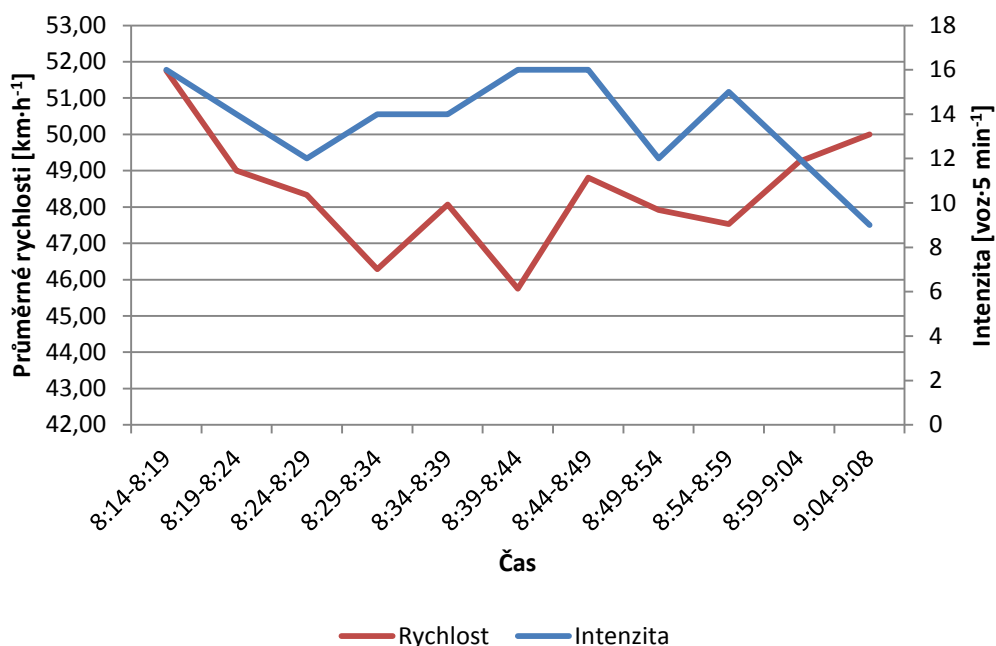
### Výsledky měření z kontrolního radaru na ulici Želatovská v Přerově při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů

Výsledky průměrných rychlosti za 5 minut a intenzit ve stejném intervalu z kontrolního radaru při měření na vzdálenosti 50 metrů jsou v Tab. 8.11.

Tab. 8.11 Průměrná rychlost a intenzita měřená kontrolním radarem ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule na ulici Želatovské v Přerově [autor]

Kontrolní radar 50 m		
Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]
8:14-8:19	16	51,75
8:19-8:24	14	49
8:24-8:29	12	48,33
8:29-8:34	14	46,29
8:34-8:39	14	48,07
8:39-8:44	16	45,75
8:44-8:49	16	48,81
8:49-8:54	12	47,92
8:54-8:59	15	47,53
8:59-9:04	12	49,25
9:04-9:08	9	50

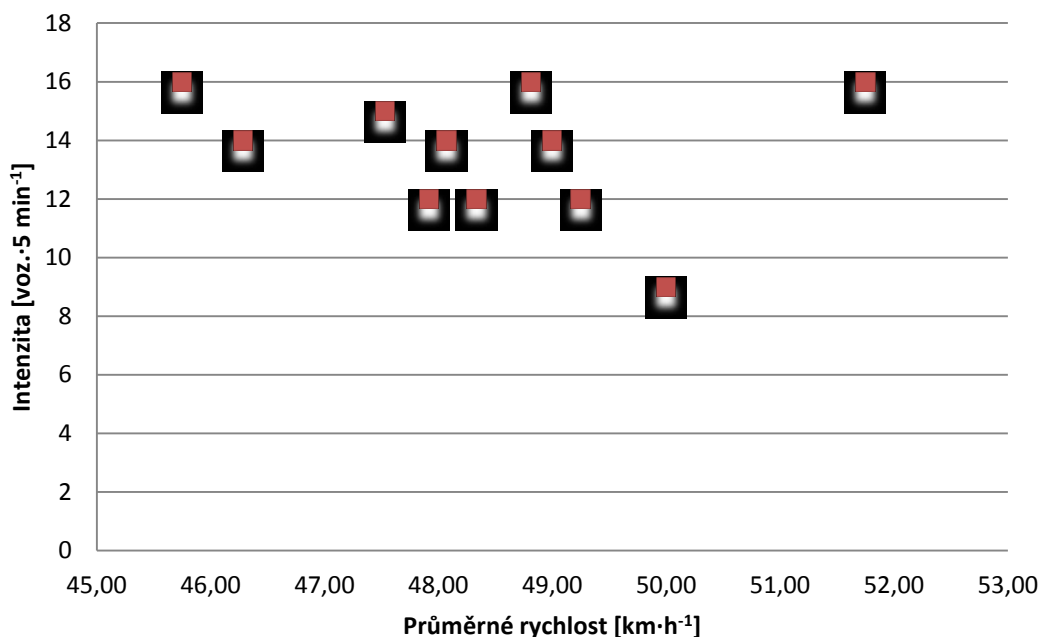
Grafické znázornění průměrných hodnot pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na informativní tabuli je uvedeno na Obr. 8.40.



Obr. 8.40 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity měřené kontrolním radarem za dobu měření ve vzdálenosti 50 m za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově

Při měření rychlostí kontrolním radarem je průběh rychlostí velmi podobný průběhu rychlostí na informativní tabuli. Průměrná rychlost na kontrolním radaru se pohybovala od 45,7 do 51,7 km·h<sup>-1</sup>. Průměrná rychlost za celou dobu měření byla 48,38 km·h<sup>-1</sup>. Nejvyšší naměřená rychlost byla 69 km·h<sup>-1</sup>. Povolená rychlost byla překročena o 10 km·h<sup>-1</sup> v šesti případech.

Závislost intenzity a rychlosti měřené kontrolním radarem je vidět na Obr. 8.41.



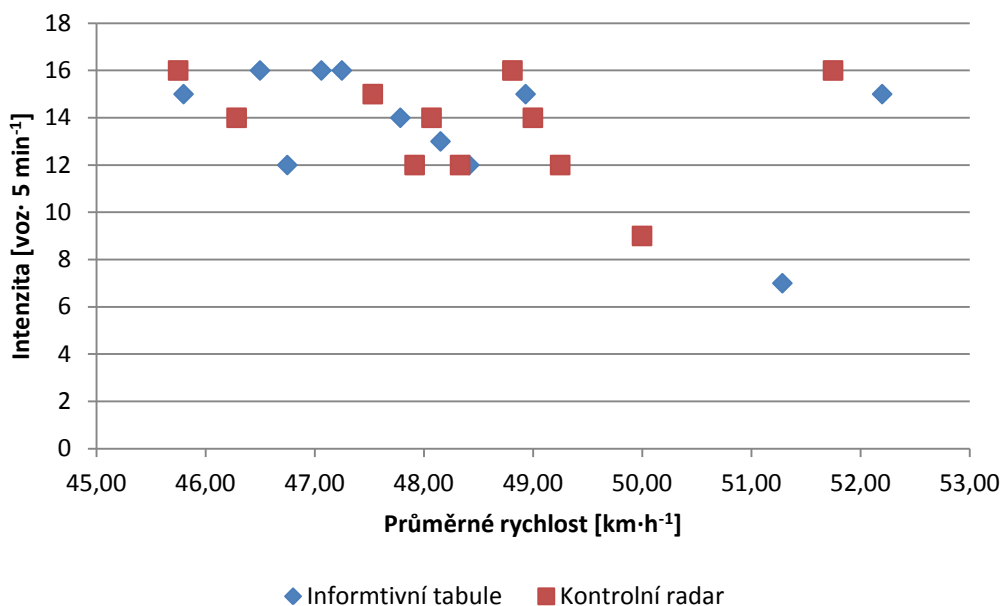
Obr. 8.41 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti při měření kontrolním radarem ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí na ulici Želatovské v Přerově [autor]

### Porovnání výsledků měření z ulice Želatovské v Přerově v měřené vzdálenosti 50 metrů

Hodnoty průměrné rychlosti za dobu měření i průběh rychlostí je velmi podobný. Průměrná rychlost na informativní tabuli byla  $48,03 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a na kontrolním radaru za stejnou dobu měření byla  $48,35 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Průměrná rychlost je vyšší, ale jen o zanedbatelnou hodnotu. O poklesu rychlosti by mohly svědčit pouze nepřímé hodnoty jako snížení maximální naměřené rychlosti ze  $71 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  na  $69 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Také počet překročení povolené rychlosti poklesl.

Na Obr. 8.42 je porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti měřené kontrolním radarem a informativní tabulí v měřené vzdálenosti 50 metrů.





Obr. 8.42 Porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti změřené na informativní tabuli a kontrolním radarem při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí na ulici Želatovské v Přerově [autor]

Pokud porovnáme závislost intenzity a rychlosti na informativní tabuli a kontrolním radaru je možné pozorovat, že intenzita se pohybovala ve stejné úrovni. Až na jeden časový úsek se pohybovala intenzita mezi 12 a 16 vozidly za 5 minut. Rychlost se pohybovala na kontrolním radaru i na informativní tabuli v přibližně stejných hodnotách a to pod maximální povolenou rychlostí. Jednotlivé body se tedy nacházejí v těsné blízkosti. Pouze ve dvou pětiminutových intervalech se průměrná rychlost pohybovala nad  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  změřené informativní tabulí. V těchto dvou případech je ovšem možná pozorovat pokles rychlostí.

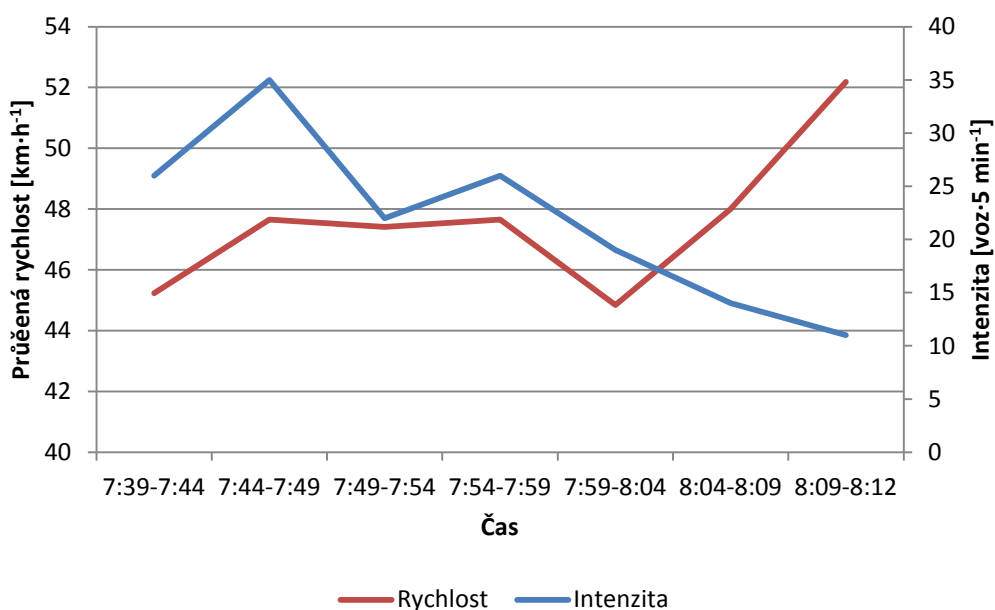
### Výsledky měření z informativní tabule z ulice Želatovské v Přerově při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů

Výsledky průměrných rychlosti za 5 minut a intenzit ve stejném intervalu z informativní tabule při měření na vzdálenosti 150 metrů jsou v Tab. 8.12.

Tab. 8.12 Průměrná rychlost a intenzita na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule na ulici Želatovská v Přerově [autor]

Informativní tabule 150 m		
Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]
7:39-7:44	26	45,23
7:44-7:49	35	47,66
7:49-7:54	22	47,41
7:54-7:59	26	47,65
7:59-8:04	19	44,84
8:04-8:09	14	48
8:09-8:12	11	52,18

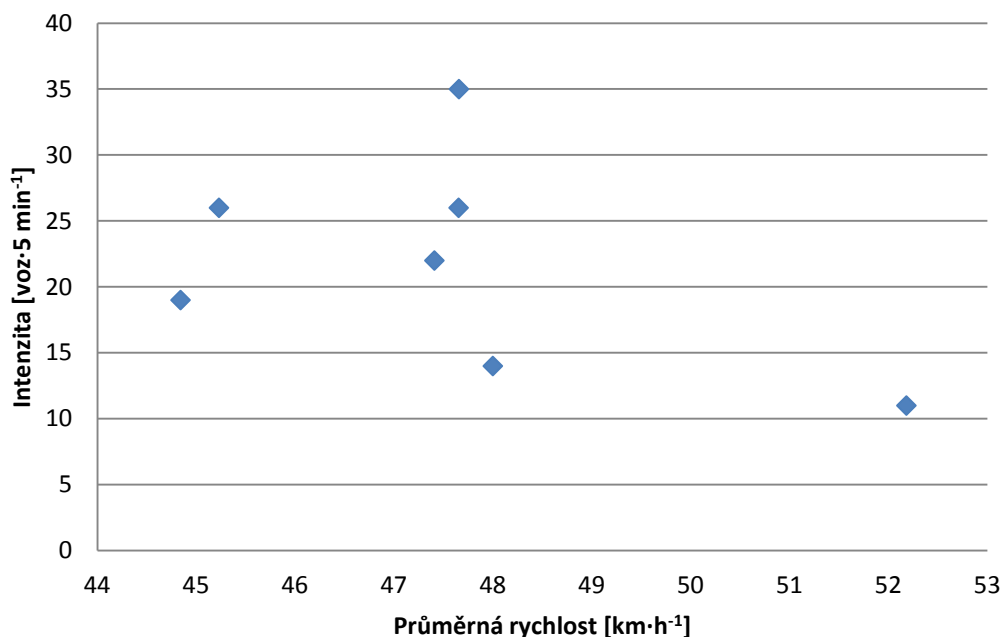
Grafické znázornění průměrných hodnot pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na informativní tabuli je uvedeno na Obr. 8.43.



Obr. 8.43 Průběh průměrné rychlosti a intenzity na informativní tabuli za dobu měření při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově

Průměrné rychlosti za 5 minut v tomto měření se pohybovaly pod maximální povolenou rychlostí. Pouze v posledním měření (které bylo kratší než 5 minut z důvodu naměření dostatečného počtu vozidel) byla průměrná rychlost vyšší než 50 km·h<sup>-1</sup>. Průměrné rychlosti v pěti minutových intervalech se tak pohybovaly od 45,23 do 52,18 km·h<sup>-1</sup>. Celková průměrná rychlost byla 47,22 km·h<sup>-1</sup>. Maximální naměřená rychlost byla 69 km·h<sup>-1</sup>. Počet vozidel, která překročila 50 km·h<sup>-1</sup> o více než 10 km·h<sup>-1</sup>, bylo 6. Z tohoto počtu byla 3 vozidla, která byla změřena v posledním časovém úseku měření, a proto je také průměrná rychlost z tohoto měření výrazně vyšší než u ostatních.

Závislost intenzity a rychlosti v místě informativní tabule je vidět na Obr. 8.44.



Obr. 8.44 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově [autor]

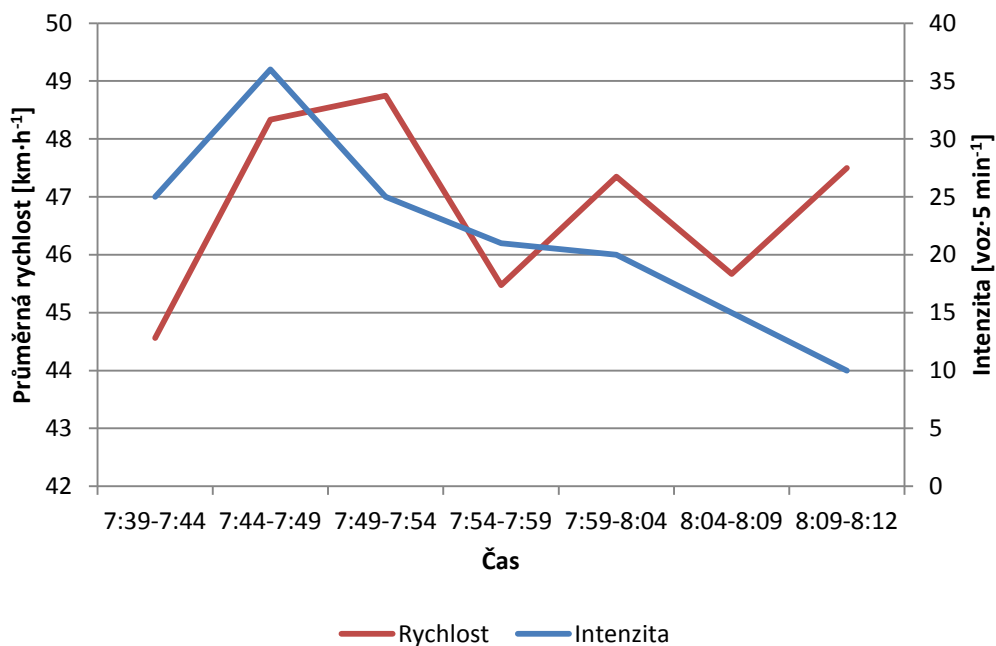
### Výsledky měření z kontrolního radaru na ulici Želatovská v Přerově při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů

Výsledky průměrných rychlosti za 5 minut a intenzit ve stejném intervalu z kontrolního radaru při měření na vzdálenosti 150 metrů jsou v Tab. 8.13.

Tab. 8.13 Průměrná rychlost a intenzita měřená kontrolním radarem ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule na ulici Želatovské v Přerově [autor]

Kontrolní radar 150 m		
Čas	Intenzita [voz·5 min <sup>-1</sup> ]	Průměrná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]
7:39-7:44	25	44,56
7:44-7:49	36	48,33
7:49-7:54	25	48,75
7:54-7:59	21	45,48
7:59-8:04	20	47,35
8:04-8:09	15	45,67
8:09-8:12	10	47,5

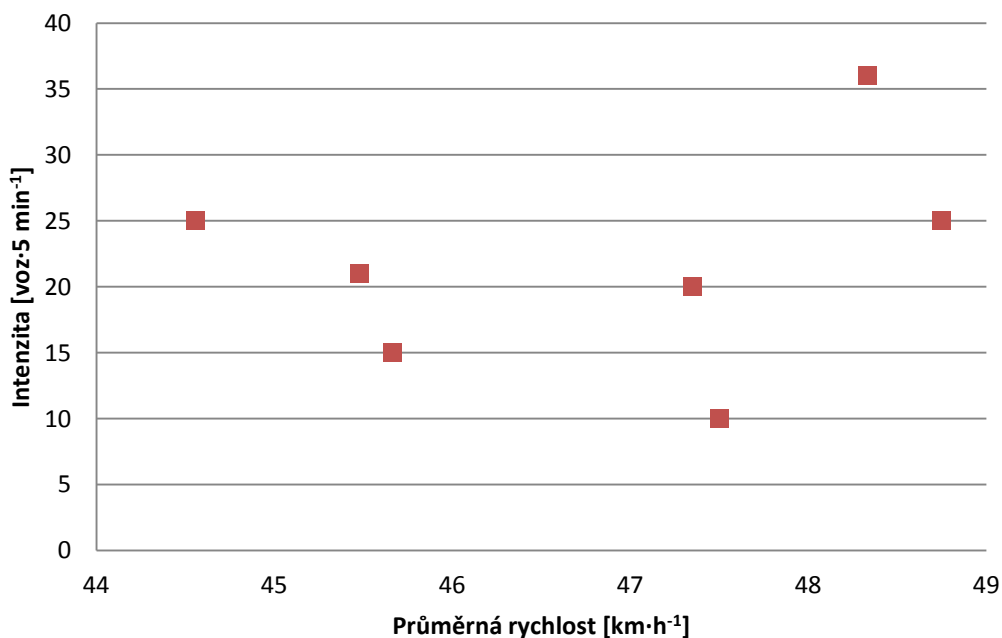
Grafické znázornění průměrných hodnot pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na informativní tabuli je uvedeno na Obr. 8.45.



Obr. 8.45 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity měřené kontrolním radarem za dobu měření ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově

Hodnoty průměrných rychlostí za pět minut se pohybovaly, jsou mezi 44,56 až 48,75 km·h<sup>-1</sup>. Průměrná rychlost za celou dobu měření byla 46,93 km·h<sup>-1</sup>. Nejvyšší naměřená rychlost byla 68 km·h<sup>-1</sup>. Celkem 3 vozidla překročila rychlost 50 km·h<sup>-1</sup> o více jak 10 km·h<sup>-1</sup>, byla celkem tři.

Závislost intenzity a rychlosti měřené kontrolním radarem je vidět na Obr. 8.46.

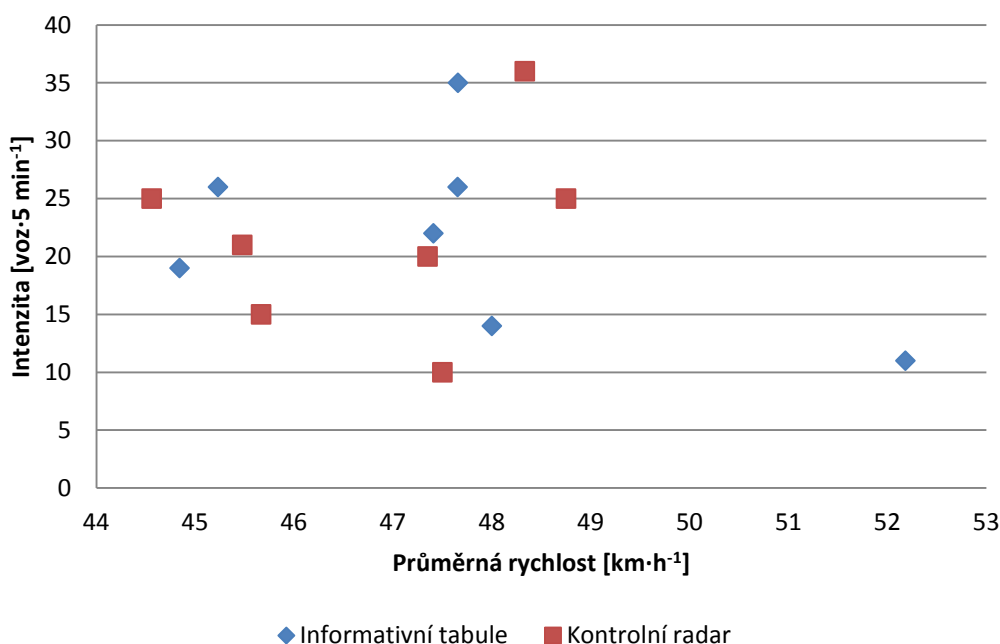


Obr. 8.46 Korelační diagram intenzity a rychlosti při měření kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí na ulici Želatovské v Přerově [autor]

## Porovnání výsledků měření z ulice Želatovské v Přerově v měřené vzdálenosti 150 metrů

Porovnáním výsledků hodnot získaných z informativní tabule a z kontrolního radaru je patrné, že průběh intenzit je velmi obdobný. Průběh průměrných rychlostí je místy rozdílný. Některé průměrné hodnoty z kontrolního radaru jsou vyšší. Porovnáním průměrných hodnot za celou dobu měření, které byly na informativní tabuli  $47,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a na kontrolním radaru  $46,93 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , zjistíme, že rozdíly mezi nimi jsou minimální. Proto lze učinit určitý dílčí komentář, že zvýšené průměrné hodnoty nepotvrzují tendenci řidičů zvyšovat rychlost. Tento fakt potvrzuje také snížení počtu automobilů, které přesáhly maximální povolenou rychlost o  $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , z 6 vozidel v místě informativní tabule na 3 vozidla v měřeném místě vzdáleném 150 metrů od informativní tabule. Také pouze minimálně klesla nejvyšší naměřená rychlost a to o  $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Na Obr. 8.47 je porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti měřené kontrolním radarem a informativní tabulí v měřené vzdálenosti 150 metrů.



Obr. 8.47 Porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti změřené na informativní tabuli a kontrolním radarem při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí na ulici Želatovské v Přerově [autor]

Z porovnání jednotlivých bodů v korelačních diagramech lze vidět, že rozdíl rychlostí naměřených na informativní tabuli a na kontrolním radaru není výrazný. Pouze v jednom případě je na informativní tabuli naměřena výrazně vyšší rychlost než na kontrolním radaru. Jedná se o již zmíněné měření v posledním časovém úseku,

kteří bylo kratší než 5 minut, byla naměřena 3 vozidla, která překročila maximální povolenou rychlost o  $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Pozitivním faktem je, že i při výrazné odchylce v průměrné rychlosti na kontrolním radaru se průměrná rychlost na kontrolním radaru pohybuje v rozmezí průměrných rychlostí naměřených v předešlých časových intervalech.

### **Porovnání celkových výsledků měření na ulici Želatovské v Přerově měřené ve vzdálenosti 50 a 150 metrů**

Z provedených měření je zřejmé, že při měření v 50 metrové vzdálenosti i 150 metrové vzdálenosti měla intenzita velmi podobný průběh. Kdežto průběh průměrné rychlosti se měnil. Po porovnání Obr. 8.42 a Obr. 8.47 můžeme konstatovat, že řidiči nepřekračují maximální povolenou rychlost. Pouze jedinci výrazně překračovali povolenou rychlost. Jelikož řidiči vesměs dodržovali povolenou rychlost, nedá se konstatovat, zda dochází ke snížení rychlosti nebo ne. Porovnáním korelačních diagramů zjistíme, že v rámci některých pětiminutových intervalů dojde ke snížení rychlosti a v některých ke zvýšení rychlosti. Změna rychlosti je ovšem nevýznamná, cca  $1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Pouze ve třech případech došlo k překročení povolené rychlosti na informativní tabuli a ve třech případech k výraznějšímu snížení průměrné rychlosti na kontrolním radaru.

Porovnání celkových průměrných rychlostí potvrzuje názor, že rychlost se na tomto místě měnila jen velmi minimálně. Pouze se snížil počet řidičů, kteří překročili maximální povolenou rychlost, což je také jeden z pozitivních aspektů, který může být cílem zklidňování dopravy.

Porovnání hodnot průměrných rychlostí při měření na ulici Želatovská v Přerově je v Tab. 8.14.

**Tab. 8.14 Porovnání průměrných rychlostí naměřených na ulici Želatovské v Přerově [autor]**

	<b>50 m</b>	<b>150 m</b>
<b>Informativní tabule</b>	48,03 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$	47,22 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$
<b>Kontrolní radar</b>	48,38 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$	46,93 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$

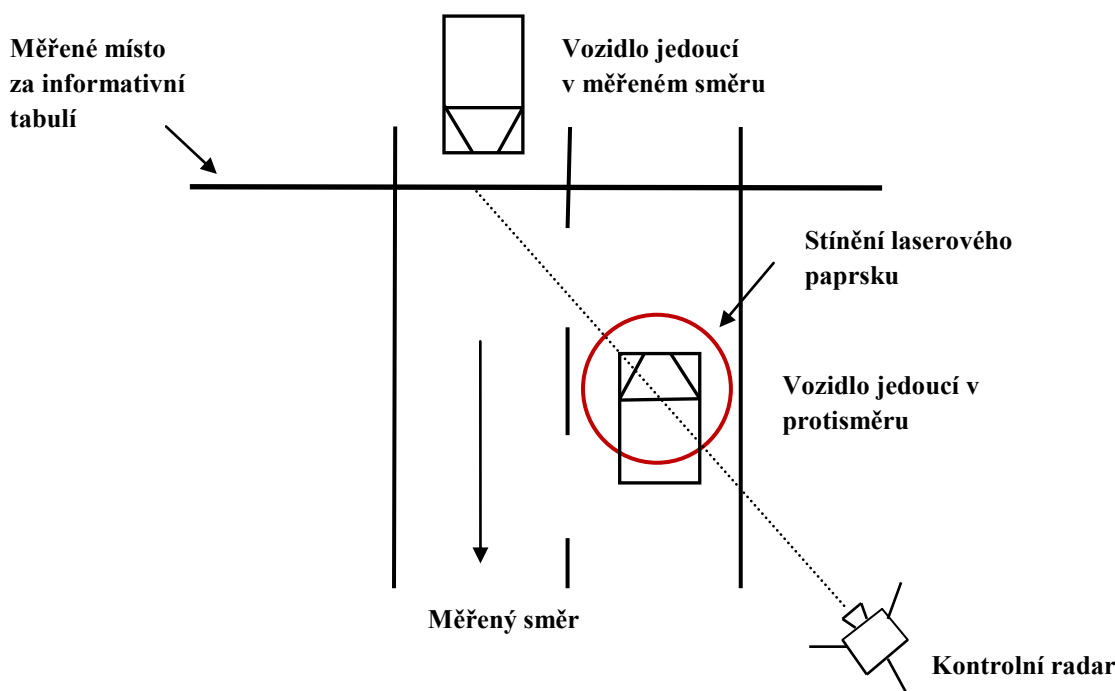
Z tohoto měření vyplývá, že rychlost zůstává přibližně stejná jak na informativní tabuli, tak na měřeném místě za informativní tabulí. Je pravděpodobné, že řidiči v tomto místě jsou navyklí dodržovat rychlost, nebo si na zavedené bezpečnostní opatření navykli.

### 8.2.5 Popis objektivních nedostatků realizovaných měření

Je poctivé uvést, že výsledky měření mohly být zatíženy několika objektivními faktory, které se nepodařilo vyloučit. Jedním ze základních faktorů je již zmíněný fakt, že měření probíhalo za výkonu služby příslušníků Policie ČR. Řidiči buď mohli být informováni protijedoucími vozidly, nebo mohli policisty měřící u silnice v některých případech zpozorovat a přizpůsobit rychlost jízdy předpisům.

Další chyby vyplývají z přesnosti měření rychlosti informativní tabulí a použitého typu rychloměru.

Další chybou měření, která se vyskytovala u všech měření, je stínění laserového paprsku z kontrolního radaru zvláště při protisměrném míjení vozidel. Situaci, ve které dochází ke stínění vozidel měřeného směru vozidly protijedoucími, dokumentuje Obr. 8.48. a Prosenice.



Obr. 8.48 Situace vzniku chyby měření – stínění laserového paprsku radaru [autor]

Tato chyba měření se mohla vyskytnout v měřeních v obcích Grymov.

Problém změřit rychlost vozidel nastal také v případech, kdy jela dvě či více vozidla v těsném sledu za sebou. Odstup vozidel byl nízký a rychlost přibližně stejná, což ztěžovalo možnost změřit rychlost obou vozidel. Tento typ nepřesnosti měření je však poměrně lehce odstranitelný. Rychlost prvního vozidel jedoucích ve skupině je zpravidla determinována rychlostí prvního vozidla tzn. v těchto případech je možno ostatním vozidlům jedoucím ve skupině přiřadit stejnou hodnotu rychlosti, jako se pohybuje první

vozidlo. I přesto, že jde o poměrně jednoduše odstranitelný nedostatek měření, je v něm však skryto i jisté úskalí. Pokud by se totiž nevyskytovala skupina vozidel, mohlo by se stát, že by řidiči vozidel, která jedou ve skupině od druhé pozice (včetně), místo, ve kterém je umístěna informativní tabule, míjeli ve skutečnosti vyšší rychlostí, než je rychlost skupiny vozidel.

V některých měřených lokalitách se mezi informativní tabulí a měřeným místem nacházelo odbočení z měřeného směru. Jednalo se jednak o odbočení na místo ležící mimo komunikaci, jednak o odbočení na jinou komunikaci. Některé automobily v průběhu měření změnily směr jízdy a v těchto místech odbočily. Přesný počet není zaregistrován, protože v některých případech to nebylo objektivně možné. Tento faktor může být příčinou rozdílných počtů rychlostí změřených měřicím zařízením informativní tabule a kontrolního radaru. Do budoucna lze doporučit, aby při výzkumu účinnosti umístování informativních tabulí, byly k měření vybírány takové úseky, které neumožňují odbočovat uvnitř úseku.



## 9 Ověření výsledků statistickým testováním

Výsledky z experimentu se otestují podle postupu uvedeného v bodu 6 Teoretická východiska řešení. Testuje se, zda došlo ke statisticky významné změně rychlosti. Podklady pro výpočet jsou výsledky z experimentů, které jsou popsány v bodě 8 Experimentální část. Pro volbu testu je důležitá znalost, zda naměřený soubor dat pochází z normálního rozdělení či nikoliv. Pokud se hypotéza o normálním rozdělení souboru dat nezamítne, použije se parametrický test, pokud se hypotéza zamítne, použije se neparametrický test. Pomocí statistického testu se zjistí, zda rychlost změřená informativní tabulí a kontrolním radarem se za informativní tabulí statisticky významně zvyšuje, snižuje nebo rychlost zůstává ve stejné výši.

### 9.1 Testování normality

Pro zjištění, zda základní soubor pochází z normálního rozdělení či nikoliv, se použije Pearsonův  $\chi^2$  test dobré shody. Jako kontrolní test bude použit Kolmogorovův – Smirnovův test. V případech, že normalita dat nebude potvrzena ani kontrolním testem může se přistoupit k použití transformace dat.

#### 9.1.1 Testování normality Pearsonovým $\chi^2$ testem dobré shody

Teoretický popis Kolmogorova-Smirnova testu byl proveden v podkapitole 6.1.1. V následující tabulce Tab. 9.4 jsou uvedeny jednotlivé parametry pro ověření normality. Následně je uveden vzorový postup testování normality. Ve všech případech se testují hypotézy:

$H_0$  – nulová hypotéza – Náhodný výběr pochází z normálního rozdělení se střední hodnotou  $\bar{x}$  a rozptylem  $\hat{\sigma}^2$

$H_A$  – alternativní hypotéza – Náhodný výběr nepochází z normálního rozdělení se střední hodnotou  $\bar{x}$  a rozptylem  $\hat{\sigma}^2$

Testuje se, zda soubory naměřených rychlostí pochází z normálního rozdělení.

#### Vzorový výpočet pro měření provedené v obci Grymov

Po formulaci nulové a alternativní hypotézy je potřeba určit parametry normálního rozdělení. Normální rozdělení má 2 parametry. Určit parametry normálního rozdělení střední hodnoty  $\hat{\mu}$  a rozptyl  $\hat{\sigma}^2$  lze podle vztahu (6.3) a (6.4).

Pro praktický výpočet rozptylu lze použít v programu Excel funkce DEVSQ/POČET.

Pro praktický výpočet směrodatné odchylky se použije funkce ODMOCNINA.

Vypočtené hodnoty z měření provedené v obci Grymov jsou uvedeny v Tab. 9.1.

**Tab. 9.1 Vypočtené parametry normálního rozdělení pro data změřená v obci Grymov [autor]**

Název parametru	Označení	Informativní tabule	Kontrolní radar
<b>Střední hodnota [km/h]</b>	$\hat{\mu}$	42,71	39,16
<b>DEVSQ</b>	-	6646,96	3708,74
<b>Počet</b>	-	171	171
<b>Rozptyl</b>	$\hat{\sigma}^2$	38,87	21,69
<b>Směrodatná odchylka</b>	$\hat{\sigma}$	6,23	4,66

Po vypočítání parametrů lze upřesnit hypotézy:

- $H_0$  – nulová hypotéza – Náhodný výběr pochází z normálního rozdělení se střední hodnotou pro data naměřená informativní tabulí  $\hat{\mu} = 42,71$  a rozptylem  $\hat{\sigma}^2 = 38,87$  a pro data naměřená kontrolním radarem  $\hat{\mu} = 39,16$  a rozptylem  $\hat{\sigma}^2 = 21,69$
- $H_A$  – alternativní hypotéza – Náhodný výběr nepochází z normálního rozdělení se střední hodnotou  $\hat{\mu} = 42,71$  a rozptylem  $\hat{\sigma}^2 = 38,87$  a pro data naměřená kontrolním radarem  $\hat{\mu} = 39,16$  a rozptylem  $\hat{\sigma}^2 = 21,69$

Určení odhadu šířky třídy  $k$ , lze použít např. Sturgesovo pravidlo, které je definováno ve vztahu (6.5):

$$k = 1 + 3,3 \cdot \log 171 = \underline{\underline{8,369}}$$

Jelikož je stejný počet dat změřených informativní tabulí a kontrolním radarem, použije se hodnota  $k$  pro obě měření. Odhadu počtu tříd se zaokrouhlí na celé číslo.

Vhodná šířka třídy se zvolí podle vztahu (6.6).

Pro určení maximální a minimální hodnoty výběru, potřebná pro výpočet šířky třídy, se ve výpočtu použila funkce MAX a MIN. Ze souboru dat z informativní tabule je minimum  $31 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a maximum  $63 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Na kontrolním radaru se naměřila minimální hodnota  $27 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a maximální  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Výpočet vhodné šířky třídy pro data z informativní tabule po dosazení do vztahu (6.6) je následující:

$$\check{s} = \frac{63 - 31}{8,369} = \underline{\underline{3,82}}$$

Výpočet vhodné šířky třídy pro data z kontrolního radaru po dosazení do vztahu (6.6) je následující:

$$\check{s} = \frac{60 - 27}{8,369} = \underline{\underline{3,94}}$$

Po zaokrouhlení je vhodná šířka třídy u obou měření 4.

Zvolení vhodných hranic tříd a přiřazení jednotlivých četností do tříd v MS EXCEL zajistíme pomocí funkce ČETNOST. Rozdělení četnosti do jednotlivých tříd pro hodnoty z informativní tabule je v Tab. 9.2 a v Tab. 9.3 je uvedeno rozdělení četnosti pro hodnoty z kontrolního radaru.

**Tab. 9.2 Konečné rozdělení datového souboru do tříd a určení  $X_{obs}$  pro data z informativní tabule v obci Grymov [autor]**

Rozdělení dat do tříd pro informativní tabuli							
Třída	Horní hranice třídy $h_i$	Hranice třídy	Pozorovaná četnost $n_i$	Hodnota distribuční f-ce $F(h_i)$	Teoretická relativní četnost $\pi_{0,i}$	Teoretická četnost $n \cdot \pi_{0,i}$	$\frac{(n_i - n \cdot \pi_{0,i})^2}{n \cdot \pi_{0,i}}$
1	32	$(-\infty; 32>$	5	0,0429	0,0428	7,33	0,741
2	36	$(32; 36>$	16	0,1407	0,0979	16,74	0,0331
3	40	$(36; 40>$	54	0,3317	0,1909	32,647	13,967
4	44	$(40; 44>$	45	0,5817	0,25	42,757	0,1177
5	48	$(44; 48>$	20	0,8017	0,22	37,623	8,2549
6	52	$(48; 52>$	17	0,9318	0,13	22,241	1,2348
7	$\infty$	$(52; \infty)$	14	1	0,0682	11,658	0,4703
<b><math>\Sigma</math></b>			171		1	171	24,818
						<b><math>X_{obs} \approx</math></b>	24,82

V třídách 8 a 9 byla teoretická četnost menší než 5, proto byly tyto třídy spojeny s třídou 7.

**Tab. 9.3 Konečné rozdělení datového souboru do tříd a určení  $X_{obs}$  pro data z kontrolního radaru v obci Grymov [autor]**

Rozdělení dat do tříd pro kontrolní radar							
Třída	Horní hranice třídy $h_i$	Hranice třídy	Pozorovaná četnost $n_i$	Hodnota distribuční f-ce $F(h_i)$	Teoretická relativní četnost $\pi_{0,i}$	Teoretická četnost $n \cdot \pi_{0,i}$	$\frac{(n_i - n \cdot \pi_{0,i})^2}{n \cdot \pi_{0,i}}$
1	32	$(-\infty; 32>$	9	0,0621	0,0621	10,6273	0,2492
2	36	$(32; 36>$	39	0,2489	0,1867	31,9277	1,5666
3	40	$(36; 40>$	66	0,5717	0,3229	55,2136	2,1072
4	44	$(40; 44>$	40	0,8508	0,279	47,7125	1,2467
5	48	$(44; 48>$	11	0,9712	0,1204	20,593	4,4688
6	$\infty$	$(48; \infty)$	6	1	0,0288	4,9259	0,2342
<b><math>\Sigma</math></b>			171		1	171	9,8727
						<b><math>X_{obs} \approx</math></b>	9,87

Ve třídě č. 1 byla teoretická četnost menší než 5, byla tedy spojena v jednu s třídou číslo 2. Třídy 7, 8, 9 měly menší četnost než 5, byly sloučeny do jedné třídy č. 7. Ve výsledné tabulce Tab. 9.3 je tedy první a druhá třída označená číslem 1, sloučené třídy 7, 8, 9 mají označení 6.

Vzorový výpočet pro druhý řádek Tab. 9.2

Ve statistickém testování se ve všech případech počítá s hladinou významnosti  $\alpha = 0,01$ .

**Hodnota distribuční funkce:**

Pro výpočet distribuční funkce jednotlivých horních hranic třídy je použita funkce NORMDIST. Parametry funkce jsou střední hodnota a směrodatná odchylka.

Výchozí data pro výpočet:

Střední hodnota  $\hat{\mu} = 42,71$ , Směrodatná odchylka  $\hat{\sigma} = 6,23$ , Horní hranice 1. Třídy  $h_1 = 36$

**Teoretická relativní četnost  $\pi_{0,i}$** Výchozí data pro výpočet:

Hodnota distribuční funkce  $h_2 = 0,1408$ , Hodnota distribuční funkce  $h_1 = 0,0429$

$$\pi_{0,i} = F(h_2) - F(h_1) \quad (9.1)$$

$$\pi_{0,i} = 0,1407 - 0,0428 = \underline{\underline{0,0979}}$$

**Teoretická četnost  $n \cdot \pi_{0,i}$** Výchozí data pro výpočet:

Teoretická relativní četnost  $\pi_{0,i} = 0,0979$ , Celková pozorovaná četnost  $n = 171$

$$\text{Teoretická četnost} = n \cdot \pi_{0,i} \quad (9.2)$$

$$\text{Teoretická četnost} = 171 \cdot 0,0979 = \underline{\underline{16,74}}$$

Výpočet  $X_{krit}$  pro data z informativní tabule se použije vztah (6.7)

Výchozí data pro výpočet  $X_{krit}$  pro data z informativní tabule:

Hladina významnosti  $\alpha = 0,01$ , Počet tříd  $k = 7$ , Počet odhadovaných parametrů  $h = 2$

$$X_{krit} = CHIINV((0,01); 7 - 2 - 1) = \underline{\underline{13,276}}$$

Výpočet  $X_{krit}$  pro data z kontrolního radaru se použije vztah (6.7)

Výchozí data pro výpočet  $X_{krit}$  pro data z kontrolního radaru:

Hladina významnosti  $\alpha = 0,01$ , Počet tříd  $k = 6$ , Počet odhadovaných parametrů  $h = 2$

$$X_{krit} = CHIINV((0,01); 6 - 2 - 1) = \underline{\underline{11,3488}}$$

Porovnání pozorované hodnoty  $X_{obs}$  a kritické hodnoty testu  $X_{krit}$

Pokud  $X_{obs} < X_{krit} \Rightarrow$  Platí  $H_0$ ;  $X_{obs} > X_{krit} \Rightarrow$  Zamítáme  $H_0$ , platí  $H_1$

**Výpočet  $X_{obs}$** Výchozí data pro výpočet:Pozorovaná četnost  $n_i = 16$ , Teoretická relativní četnost  $\pi_{0,i} = 0,0979$ , Celková pozorovaná četnost  $n = 171$ 

$$X_{obs_i} = \frac{(n_i - n \cdot \pi_{0,i})^2}{n \cdot \pi_{0,i}} \quad (9.3)$$

$$X_{obs_i} = \frac{(16 - 171 \cdot 0,0979)^2}{171 \cdot 0,0979} = \underline{\underline{0,0331}}$$

$$X_{obs} = \sum_{i=1}^n X_{obs_i} \quad (9.4)$$

Při výpočtu  $X_{obs}$  byla použita funkce SUMA.

$$X_{obs} = 24,818 \approx \underline{\underline{24,82}}$$

Porovnání pozorované hodnoty a kritické hodnoty testu pro data naměřená informativní tabulí:

$$X_{obs} = 24,82, \quad X_{krit} = 13,2767$$

$$24,82 > 13,2767 \Rightarrow$$

**Zamítáme nulovou hypotézu** na hladině významnosti 0,01. Platí tedy alternativní hypotéza. Normalita byla zamítnuta.

Porovnání pozorované hodnoty a kritické hodnoty testu pro data naměřená kontrolním radarem:

$$X_{obs} = 9,87, \quad X_{krit} = 11,3448$$

$$9,87 < 11,3448 \Rightarrow$$

Nulová hypotéza na hladině významnosti 0,01 platí. **Hypotéza o normalitě dat tedy byla potvrzena.**

Testování normality dat u zbývajících bylo přístupováno analogicky. Výsledky testování  $\chi^2$  Personovým testem dobré shody jsou shrnuty v Tab. 9.4.

Tab. 9.4 Výsledky testu normality  $\chi^2$  - kvadrát testem [autor]

Výsledky testu normality $\chi^2$ – kvadrát testu								
Místo měření		Střední hodnota $\mu$ [km·h <sup>-1</sup> ]	Rozptyl $\hat{\sigma}^2$ [km·h <sup>-1</sup> ]	Směrodatná odchylka $\hat{\sigma}$ [km·h <sup>-1</sup> ]	$X_{obs}$	Kritická hodnota $\chi^2$		$H_0/H_A$
						$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$	
Grymov 150 m	IT	42,71	38,87	6,23	24,82	9,49	13,28	zamítám $H_0$
	Radar	39,16	21,69	4,66	9,87	7,81	11,35	platí $H_0$
Kokory 50 m	IT	46,35	34,92	5,91	10,02	9,49	13,28	platí $H_0$
	Radar	46,15	22,58	4,75	9,9	7,81	11,34	platí $H_0$
Kokory 150 m	IT	48	56,26	7,5	6,59	9,46	13,28	platí $H_0$
	Radar	44,92	34,01	5,83	5,16	7,81	11,34	platí $H_0$
Prosenice 150 m	IT	42,91	58,31	7,64	7,62	9,49	13,23	platí $H_0$
	Radar	44,99	60,23	7,76	15,28	5,99	9,21	zamítám $H_0$
Želatovská 50 m	IT	48,03	35,64	5,97	36,84	7,81	11,34	zamítám $H_0$
	Radar	48,38	21,61	4,65	10,28	7,81	11,35	platí $H_0$
Želatovská 150 m	IT	47,22	26,6	5,16	9,39	7,81	11,35	platí $H_0$
	Radar	46,93	28,16	5,31	5,18	5,99	9,21	platí $H_0$

## Vyhodnocení testu

Po provedení testů u všech statistických souborů došlo k nezamítnutí hypotézy o normalitě dat pouze u 9 z 12 statistických souborů.

Soubory dat, u kterých byla zamítnuta hypotéza o normalitě dat Pearsonovým  $\chi^2$  testem dobré shody, jsou tvořeny daty naměřenými:

- na informativní tabuli v obci Grymov,
- kontrolním radarem v obci Prosenice,
- na informativní tabuli na ulici Želatovská při měření kontrolním radarem ve vzdálenosti 50 m.

Ověření normality naměřených dat v souborech, u kterých byla zamítnuta hypotéza o tomto předpokladu, bude následně realizováno Kolmogorovovým – Smirnovovým testem, který je použit jako kontrolní. Využití jiného typu statistického testu v případě zamítnutí požadované hypotézy, je provedeno v souladu s doporučením uvedeným v publikaci [15].

### 9.1.2 Testování normality Kolmogorovovým - Smirnovovým testem

Teoretický popis Kolmogorova-Smirnovova testu byl proveden v podkapitole 6.1.2.

Výsledky ověřování normality dat pomocí Kolmogorova-Smirnovova testu jsou uvedeny v Tab. 9.5.

Tab. 9.5 Výsledky testu normality Komogorovovým-Smirnovovým testem [autor]

Výsledky testu normality			
	Obec Grymov, IT	Obec Prosenice, Kontrolní radar	Ulice Želatovská 50 m, IT
Pozorovaná hodnota $X_{obs}$	0,1595	0,134	0,1975
Kritická hodnota $D_{n(\alpha)}$	0,1245	0,1329	0,1325
$\alpha$	0,01	0,01	0,01
	$X_{obs} \geq D_{n(\alpha)}$	$X_{obs} \geq D_{n(\alpha)}$	$X_{obs} \geq D_{n(\alpha)}$
	<b>Zamítám <math>H_0</math></b>	<b>Zamítám <math>H_0</math></b>	<b>Zamítám <math>H_0</math></b>

### Vzorový výpočet pro soubor dat z informativní tabule v obci Grymov

Stanovení nulové a alternativní hypotézy:

- $H_0$ :  $F(x)=F_0(x)$ , kde  $F_0(x)$  je distribuční funkce normálního rozdělení s odhady parametrů  $\mu = 42,71$   $\hat{\sigma} = 6,25$  ( $N(42,71;6,25^2)$ ).
- $H_A$ : Data nepocházejí z  $N(42,71;6,25^2)$

Praktický výpočet hodnoty  $X_{obs}$  byl proveden za pomoci programu MS EXCEL. Postup výpočtu je uveden v Tab. 9.6. Protože jde celkem o 171 dat, v uvedené tabulce jsou uvedena jen vybraná data. Příloha č. 9 obsahuje tabulku se všemi naměřenými daty a postupem výpočtu.

Tab. 9.6 Výpočet normality Kolmogorovovým-Smirnovovým testem pro soubor dat z informativní tabule v obci Grymov [autor]

Výpočet normality pro data z informativní tabule v obci Grymov							
$x_{(i)}$	Pořadí (i)	$\frac{(i-1)}{n}$	$\frac{i}{n}$	$F_0(x_{(i)})$	$F_0 - \frac{i}{n}$	$F_0 - \frac{i-1}{n}$	$D_i^*$
31	1	0	0,005	0,031	0,024	0,0305	0,031
32	2	0,006	0,012	0,043	0,031	0,037	0,038
32	3	0,012	0,017	0,043	0,026	0,032	0,032
...	...	...	...	...	...	...	...
42	104	0,6	0,608	0,455	0,154	0,148	0,154
42	105	0,608	0,614	0,455	0,159	0,154	<b>0,16</b>
43	106	0,614	0,62	0,518	0,101	0,096	0,102
...	...	...	...	...	...	...	...
60	169	0,982	0,988	0,997	0,008	0,015	0,015
60	170	0,988	0,994	0,997	0,003	0,009	0,009
63	171	0,994	1	0,999	0,001	0,005	0,005
						<b><math>X_{obs} =</math></b>	<b>0,16</b>

Vzorový výpočet pro první řádek Tab. 9.6

Naměřená data je třeba nejprve seřadit od nejmenší hodnoty po největší. Následně se každé z nich počínaje nejmenší přidělí pořadové číslo.

Jelikož  $X_{\text{obs}}$  je maximální hodnota rozdílu distribuční funkce a poměru pořadového čísla a celkového počtu měření nebo poměr pořadového čísla mínus jedna k celkovému počtu měření, což je hodnota testové statistiky  $D_i^*$  podle vztahu (6.9).

Výchozí data pro výpočet:

Pořadové číslo  $i = 1$ ; celkový počet měření  $n = 171$ , střední hodnota  $\bar{x} = 42,71$ , směrodatná odchylka  $\hat{\sigma} = 6,25$

**Výpočet hodnoty distribuční funkce  $F_0(x)$** 

Pro praktický výpočet byla použita funkce NORMDIST, kde vstupními hodnotami jsou měřená hodnota  $x = 31$ ; odhad střední hodnoty  $\bar{x} = 42,71$  a směrodatné odchylky  $\hat{\sigma} = 6,25$ . Zápis tvaru funkce v MS EXCEL je znázorněn ve vztahu (9.5).

$$\begin{aligned} & \text{NORMDIST}(x; \bar{x}; \hat{\sigma}; \text{PRAVDA}) \\ & \text{NORMDIST}(31; 42,71; 6,25; \text{PRAVDA}) \end{aligned} \quad (9.5)$$

Po výpočtu  $F_0(x_1) = \underline{\underline{0,030516}}$

$$F_0 - \frac{i}{n} = 0,0305 - \frac{1}{171} = 0,0305 - 0,0058 = \underline{\underline{0,0246}}$$

$$F_0 - \frac{i-1}{n} = 0,0305 - \frac{1-1}{171} = 0,0305 - 0 = \underline{\underline{0,0305}}$$

Porovnání obou hodnot je větší hodnota  $F_0 - \frac{i-1}{n} \Rightarrow D_i^* = 0,0305$

Pro zjištění maximální hodnoty  $D_i^*$  z celého souboru dat se v MS EXCEL použije funkce MAX. Použitím funkce MAX zjistíme, že pozorovaná hodnota  $X_{\text{obs}} = 0,1594$ .

**Rozhodnutí**

Pro rozhodnutí zda zamítnout či nezamítnout nulovou hypotézu je nutné vypočítat kritickou hodnotu. Protože  $n = 171$  (tato hodnota už není tabelována), použije se výpočet kritické hodnoty podle vztahu. (6.11)

$$D_{n(\alpha)} \cong \sqrt{\frac{1}{2n} \ln \frac{2}{\alpha}} = \sqrt{\frac{1}{2 \cdot 171} \ln \frac{2}{0,1}} = \underline{\underline{0,1244}}$$



Poté porovnáme hodnotu testové statistiky a kritickou hodnotou podle vztahu (6.10).

$$X_{\text{obs}} > D_{171(0,01)}$$

$$\underline{0,1594 > 0,1244}$$

Jelikož  $X_{\text{obs}} > D_{171(0,01)}$ , z toho vyplývá, že **zamítáme nulovou hypotézu** na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$  a platí alternativní hypotéza  $H_A$ : Data nepocházejí z  $N(42,71; 6,25^2)$ .

## **Vyhodnocení výsledků testování normality dat Kolmogorovovým – Smirnovovým testem**

Použitím Kolmogorovova – Smirnovova testu u souborů dat, u kterých byla zamítnuta hypotéza o jejich normalitě pomocí  $\chi^2$  testu, se také nepotvrdila hypotéza, že by naměřená data pocházela ze základního souboru řídícího se normálním rozdělením. Z těchto důvodů se dá předpokládat, že soubory dat nepocházejí z normálního rozdělení. Pro vyhodnocení naměřených dat statistickými testy lze pak použít postupu, který by mohl vést k normalizaci naměřených dat (je účinné pouze v některých případech) nebo neparametrické testy, tj. testy, které nevyžadují splnění podmínky normality dat statistického souboru.

V dalším postupu bylo zapotřebí rozhodnout se mezi dvěma variantami. Obsahem první varianty je použití parametrických testů v případech, kdy u obou statistických souborů (data naměřená na informativní tabuli a data naměřená kontrolním radarem) v dané lokalitě byla prokázána normalita dat a použití neparametrického testu v ostatních případech. Druhá varianta spočívá v použití neparametrického testu ve všech případech. Pro další postup byla zvolena druhá varianta.

## **9.2 Aplikace Mann – Whitneyova testu**

Teoretický popis Mann – Whitneyova testu byl proveden v podkapitole 6.2.1. Podle teoretických předpokladů Mann – Whitneyova testu se testuje statistická významnost rozdílů mediánů.

Při výpočtu je vždy stanovena nulová hypotéza ve tvaru:

- $H_0$ : mediány obou souborů dat jsou totožné  $x_{0,5} = y_{0,5}$ .

Alternativní hypotéza je pro první výpočet stanovena jako:

- $H_A$ : mediány obou souborů nejsou totožné, tedy  $x_{0,5} \neq y_{0,5}$ .

Zamítnutí nulové hypotézy při aplikaci Mann – Whitneoyva testu na naměřená data znamená, že došlo ke změně rychlosti mezi informativní tabulí a kontrolním radarem. Při zamítnutí se v dalším kroku ověřuje, jestli došlo ke snížení rychlosti či jejímu zvýšení. Jelikož se testuje bezpečnostní prvek, přistoupí se nejprve k testování, zda došlo ke snížení rychlosti za informativní tabulí. Pak bude alternativní hypotéza ve tvaru:

- $H_A$ : mediány obou souborů jsou rozdílné tak, že první soubor má výrazně vyšší medián tedy  $x_{0,5} > y_{0,5}$ .

Pokud se tato alternativní hypotéza potvrdí, k dalšímu testování se nepřistoupí.

Výsledky použití neparametrického testu jsou uvedeny v Tab. 9.7 Testovaly se vždy soubory dat z měření na informativní tabuli a z měření v kontrolní vzdálenosti za informativní tabulí ve stejném časovém úseku.

Tab. 9.7 Výsledky Mann – Whiteyova testu [autor]

Výsledky neparametrického testu						
Místo měření	T (X;Y)	p-hodnota $x_{0,5} \neq y_{0,5}$	p-hodnota $x_{0,5} > y_{0,5}$	p-hodnota $x_{0,5} < y_{0,5}$	$\alpha$	Rozhodnutí
Grymov 150 m	−5,506	$3,664 \cdot 10^{-8}$	$1,83 \cdot 10^{-8}$	-	0,01	Zamítám $H_0$ , platí $H_A$ ve tvaru $x_{0,5} > y_{0,5}$
Kokory 50 m	−0,0883	0,9296	-	-	0,01	Platí $H_0$
Kokory 150 m	− 3,295	0,00098	0,0049	-	0,01	Zamítám $H_0$ , platí $H_A$ ve tvaru $x_{0,5} > y_{0,5}$
Prosenice 150 m	− 2,815	0,0049	0,9976	0,0024	0,01	Zamítám $H_0$ , platí $H_A$ ve tvaru $x_{0,5} < y_{0,5}$
Želatovská 50 m	−1,794	0,073	-	-	0,01	Platí $H_0$
Želatovská 150 m	−0,3178	0,751	-	-	0,01	Platí $H_0$

### Vzorový výpočet pro testování dat z měření v obci Grymov Tab. 9.7

Před samotným výpočtem je třeba provést:

- Sloučení obou souborů dat do jednoho souboru, přičemž je třeba zachovat příslušnost k jednotlivým souborům dat (tedy zda naměřená rychlost pochází z měření na informativní tabuli nebo na kontrolním radaru).
- Po sloučení obou souborů dat je třeba seřadit jednotlivé rychlosti od nejnižší až po nejvyšší naměřenou rychlost.
- Poté jednotlivým rychlostem přiřadit pořadové číslo. V případě výskytu více stejných rychlostí se za pořadové číslo dosadí průměrná hodnota z pořadových čísel.
- Poté pořadová čísla sečteme pro původní soubory dat.

Příloha č. 10 obsahuje seřazené výsledky měření pro výpočet Mann – Whiteyouvým testem.

Součet pořadí hodnot podle Příloha č. 10 je:

- Pro data naměřená informativní tabulí  $T_1 = 34\,360,5$
- Pro data naměřená kontrolním radarem  $T_2 = 24\,292,5$

### Výpočet testové statistiky

Vstupní data pro výpočet: počet naměřených hodnot na informativní tabuli  $n_1 = 171$ , počet naměřených hodnot na kontrolním radaru  $n_2 = 171$ , součet pořadí pro data naměřená na informativní tabuli  $T_1 = 34\,360,5$ , součet pořadí pro data naměřená kontrolním radarem  $T_2 = 24\,292,5$ . Hladina významnosti  $\alpha = 0,01$ .

Výpočet testové statistiky pro data z informativní tabule  $U_1$  je podle vztahu (6.16).

$$U_1 = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - T_1 = 171 \cdot 171 + \frac{171(171 + 1)}{2} - 34\,360,5$$

$$U_1 = \underline{\underline{9\,586,5}}$$

Výpočet testové statistiky pro data naměřená kontrolním radarem  $U_2$  je podle vztahu (6.17).

$$U_2 = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - T_2 = 171 \cdot 171 + \frac{171(171 + 1)}{2} - 24\,292,5$$

$$U_2 = \underline{\underline{19\,654,5}}$$

Provede se kontrola správnosti výpočtu (6.18).

$$U_1 + U_2 = n_1 \cdot n_2 \Rightarrow 9\,586,5 + 19\,654,5 = 171 \cdot 171$$

$$\underline{\underline{29\,241 = 29\,241}}$$

Kontrola potvrdila správnost postupu.

Jelikož počet měření je větší než  $n_1 > 30$  a  $n_2 > 20$ , nelze tedy porovnat testové kritérium s kritickou hodnotou uvedenou v tabulkách. Hodnota testového kritéria  $T(X,Y)$  se pak zjistí podle vztahu (6.20).

$$T(X,Y) = \frac{\left(\min(U_1; U_2) - \frac{n_1 \cdot n_2}{2}\right)}{\sqrt{\frac{1}{12} \cdot n_1 \cdot n_2 (n_1 + n_2 + 1)}} = \frac{\left(9\,586,5 - \frac{171 \cdot 171}{2}\right)}{\sqrt{\frac{1}{12} \cdot 171 \cdot 171 (171 + 171 + 1)}}$$

$$T(X,Y) = \underline{\underline{-5,506}}$$

Poté se v prvním kroku ověří, zda nulovou hypotézu  $H_0 = H_A$  zamítneme či nikoliv ve prospěch alternativní hypotézy ve tvaru  $H_0 \neq H_A$ . K ověření se použije p-hodnota podle vztahu (6.23).

$$\begin{aligned} p - \text{hodnota} &= 2\min\{F_0(|x_{obs}|); 1 - F_0(|x_{obs}|)\} \\ &= 2\min\{F_0(|-5,506|); 1 - F_0(|-5,506|)\} \end{aligned}$$

K výpočtu distribuční funkce byla použita funkce  $F_0(x_{obs})$  NORMDIST v programu MS EXCEL.

$$p - \text{hodnota} = 2\min\{0,9999; 1,832 \cdot 10^{-8}\} = \underline{\underline{3,664 \cdot 10^{-8}}}$$

$$p - \text{hodnota} < \alpha$$

$$\underline{\underline{3,664 \cdot 10^{-8} < 0,01}}$$

Jelikož vypočítaná p-hodnota je menší než hladina významnosti  $\alpha$ , zamítá se nulová hypotéza a platí alternativní. Test tedy potvrdil, že oba soubory dat jsou rozdílné.

V dalším kroku se ověří, jestli hodnoty z kontrolního radaru, jsou menší než hodnoty z informativní tabule. K ověření se opět použije p - hodnota podle vztahu (6.21).

$$p - \text{hodnota} = 1 - F_0(|x_{obs}|) = 1 - F_0(|-5,506|)$$

$$p - \text{hodnota} = \underline{\underline{1,832 \cdot 10^{-8}}}$$

Jelikož vypočítána p - hodnota je menší než hladina významnosti  $\alpha$ , zamítá se nulová hypotéza a platí alternativní. Test tedy potvrdil, že medián ze souboru dat z informativní tabule je větší než medián ze souboru dat z kontrolního radaru. A tedy statistický test potvrdil snížení rychlosti na vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Grymov.

Výpočet byl proveden pomocí programu MS EXCEL. Pro kontrolu bylo testování provedeno i statistickým softwarem Statgraphics. Příloha č. 11 obsahuje výsledky z tohoto testování. Při použití statistického software Statgraphics bylo dosaženo stejných výsledků jako v případě použití programu MS EXCEL.

## Vyhodnocení testu

Neparametrickým Mann-Whiténův testem se provedlo testování souborů dat získaných měření v okrese Přerov. Statistický test prokázal, že měření rychlosti provedená v 50 metrové vzdálenosti od informativní tabule mají stejný medián jako rychlosti na informativní tabuli. Rychlosti naměřené kontrolním radarem v 50 metrové

vzdálenosti můžeme tedy považovat za stejné jako rychlost změřenou na informativní tabuli.

V případě měření ve 150 metrové vzdálenosti se ze 4 měření ve 3 případech potvrdilo, že došlo ke změně rychlosti. Dalším testem se zjistilo, že u dvou měření rychlost ve 150 metrové vzdálenosti je nižší. V jednom případě se zjistilo, že rychlost ve 150 metrové vzdálenosti je vyšší než rychlost zjištěná měřením na informativní tabuli.

Potvrzení statisticky významného snížení rychlosti došlo při měřeních v obci Grymov a Kokory. V obci Kokory se měřilo jak ve 150 metrové vzdálenosti také i v 50 metrové vzdálenosti, přičemž v 50-ti metrové vzdálenosti se změna rychlosti nepotvrdila. Informativní tabule v tomto případě byla vždy umístěna za dopravní značkou IS 12a Obec a v místech vjezdu do intarvilánu. Zástavba v obci je v blízkosti silnice. Při měření na ulici Želatovské v Přerově, kde se měřilo v 50 i 150 metrové vzdálenosti. Ani v jednom měření se nepotvrdila změna rychlosti v porovnání s informativní tabulí. Informativní tabule je na této ulici také umístěna za dopravní značkou obec a v přibližně v místech začátku intravilánu, nicméně městská zástavba není v těsné blízkosti této komunikace. Ke komunikaci se přibližuje až za místem měření.

V obci Prosenice se měřilo kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule. Statistický test nepotvrdil snížení rychlosti v této vzdálenosti za informativní tabulí. Naopak výsledkem bylo zjištění, že se rychlost v této vzdálenosti zvyšuje.

Jelikož rychlosti za informativní tabulí v porovnání s rychlostmi naměřenými na informativní tabuli, jsou stejné, nižší i vyšší, dá se předpokládat, že při úpravě hodnoty rychlosti tak na řidiče může působit i další vlivy, např. vliv prostředí. V obcích, kde se provádělo měření v prostředí charakteristickém pro vesnice, došlo ve dvou případech ke změně rychlosti, přičemž v jednom případě se rychlost snížila a ve druhém mírně zvýšila.

Měření tak ukazují, že na chování řidičů z hlediska vývoje rychlosti za informativní tabulí mohou působit i jiné vlivy například znalosti prostředí nebo zohlednění informace, zda komunikace, na které je umístěna informativní tabule, připomíná rychlostní silnici nebo ne. Připomíná-li rychlostní silnici, nedochází ke změně rychlosti za informativní tabulí. Řidiči pouze přizpůsobí rychlost vozidla na vjezdu do obce na základě značky IS 12a Obec.

## 10 Dosažené výsledky

V kapitole 3 byly zformulovány cíle disertační práce v následujícím znění:

- zpracovat poznatky z používání informativních tabulí o rychlosti ze zahraničí do disertační práce,
- zjistit rychlost automobilů za informativní tabulí,
- porovnáním rychlostí automobilů v úrovni informativní tabule a rychlosti v daném místě za informativní tabulí zjistit reakce řidičů na informativní tabuli,
- ověřit efekt informativní tabule na rychlost automobilů,
- ověřit správné používání informativní tabule.

Splnění prvního z cílů – shrnutí poznatků o zkušenostech s využíváním informativních tabulí v ze zahraničí bylo provedeno v kapitole 4.2. Zkušenosti ze zahraničí byly čerpány z výzkumu provedených ve Velké Británii a v USA. Největší přínosem je poznatek o maximální době účinnosti informativní tabule na jednom místě a to dva roky. Na tento fakt přišli v USA a doporučují častěji měnit lokalizaci informativní tabule.

Další tři cíle byly věnovány praktickému ověřování účinnosti informativních tabulí v podmínkách vybraných lokalit okresu Přerov. Tyto cíle byly formulovány zejména z důvodu, že při analýze stávajících poznatků o jejich účinnosti se ukázalo, že nejsou k dispozici poznatky o vývoji rychlosti za informativní tabulí, například v jaké vzdálenosti za informativní tabulí dochází ke změně rychlosti vozidel.

Za tím účelem se provedla měření ve 4 lokalitách okresu Přerov. Ve dvou lokalitách se provedlo měření pouze ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí a ve zbývajících lokalitách se provedlo měření v 50 a 150 metrové vzdálenosti. Celkem se tak provedlo 6 měření. V 50 metrové vzdálenosti za informativní tabulí jsou tedy k dispozici výsledky dvou měření, ve 150 metrové vzdálenosti jsou k dispozici výsledky 4 měření.

Měření mělo za cíl zjistit, jak reagují řidiči na zobrazení rychlosti jejich vozidla na informativní tabuli. Reakce měla být zjištěna pomocí porovnání hodnot rychlosti, která se ukázala na informativní tabuli a rychlosti změřené kontrolním radarem. Rychlost

na kontrolním radaru tak může být v porovnání s rychlostí zobrazenou na informativní tabuli stejná, zvyšující nebo snižující se.

Pro výsledky měření z obce Kokory a z ulice Želatovská v 50 metrové vzdálenosti za informativní tabulí statistický test ani v jednom případě nepotvrdil změnu rychlosti. Ve 150 metrové vzdálenosti se ve třech případech prokázala změna rychlosti a v jednom případě nedošlo k její změně. Ke změně rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí došlo v obcích Grymov, Prosenice a Kokory. Ze tří lokalit, kde se statisticky významně prokázala změna rychlosti, se ve dvou lokalitách (Grymov, Kokory) rychlost snížila a v lokalitě Prosenice mírně zvýšila. V obci Kokory se jako v jediné z obcí, kde se prokázala změna rychlosti, provedlo měření v 50 a 150 metrové vzdálenosti. V této obci se tedy na 50 metrové vzdálenosti neprokázala statisticky významná změna v rychlosti, ale ve 150 metrové vzdálenosti se změna rychlosti prokázala a to tak, že rychlost se snížila.

Provedená měření ukázala, že změna rychlosti za informativní tabulí se neprojevila ve vzdálenosti 50 metrů, ale až ve vzdálenosti větší. Při měřeních provedených ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí naopak výsledky ukazovaly, že ke změně rychlosti zpravidla docházelo. Z provedených experimentů se tedy může přijmout závěr, že statisticky významná změna rychlosti, pokud nastala, se projevila ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí. Podle zvolené metodiky měření však nelze přesně identifikovat vzdálenost za informativní tabulí, ve které docházelo ke statisticky významné změně rychlosti. Prokázalo se pouze, že ke změně rychlosti docházelo ve vzdálenosti mezi 50 až 150 metrů za informativní tabulí.

Pro určení, v jaké přibližné vzdálenosti došlo ke statisticky významnému poklesu rychlosti, se použije aproximace, kterou se alespoň přibližně určí, v jaké vzdálenosti od informativní tabule dojde ke statisticky významné poklesu rychlosti.

### **10.1 Výpočet vzdálenosti změny rychlosti**

Pro odhad vzdálenosti, ve které dochází ke změně rychlosti, lze použít měření v obci Kokory, kde se měřilo jak v 50 tak i ve 150 metrové vzdálenosti za informativní tabulí. V podkapitole 5.6.1 bylo uvedeno, že vzhledem k absenci celé řady parametrů rozhodujících pro stanovení průběhu rychlosti vozidla v prostoru za informativní tabulí, bude použito pouze nejjednoduššího typu aproximace – aproximace lineární. Při použití lineární aproximace se vychází z obecné rovnice přímky, která je definovaná ve vztahu (5.8).

K odhadu vzdálenosti za informativní tabulí, ve které se může statisticky prokázat významná změna hodnoty rychlosti, se použijí hodnoty vypočítané testové statistiky v obou měřících bodech, kritická hodnota Mann-Whitneova testu, hodnoty vzdáleností měřících bodů za informativní tabulí a hodnota zvolené hladiny významnosti. Hodnoty testových statistik v obou měřících bodech se vypočítaly pomocí Mann-Whitneova testu (viz podkapitola 9.2), kritická hodnota testu pro zvolenou hladinu významnosti byla vypočítána pomocí funkce NORMSINV v programu MS EXCEL a vzdálenosti měřících bodů za informativní tabulí činí zmíněných 50 a 150 metrů.

V prvním kroku je zapotřebí vypočítat hodnoty parametrů lineární funkce použité při aproximaci. Hodnoty parametrů se vypočítají ze soustavy lineárních rovnic, ve které jsou známy hodnoty testovacích statistik a vzdálenosti měřících bodů. Na základě vypočítaných hodnot parametrů a známé kritické hodnoty statistického testu se zjistí hodnota vzdálenosti, na které dojde k dosažení této hodnoty.

Výpočet se provedl pro dvě nejčastěji využívané hladiny významnosti  $\alpha = 0,05$  a  $0,01$ . Obě hodnoty vzdálenosti vypočítané pro uvedené dvě hladiny významnosti identifikují interval, ve kterém se očekává prokázání statistické významnosti změny rychlosti, když se hladina významnosti pohybuje v intervalu od  $0,01$  do  $0,05$ . Vypočtené hodnoty pro obě hladiny významnosti jsou uvedeny v Tab. 10.1.

Tab. 10.1 Odhad vzdálenosti změny rychlosti za informativní tabulí v obci Kokory lineární aproximací [autor]

Vzdálenost měření za informativní tabulí		50 metrů	150 metrů
Vypočítaná hodnota testové statistiky		0,088	3,295
Kritická hodnota	$\alpha = 0,05$	1,645	
	$\alpha = 0,01$	2,326	

Na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  byla tedy vypočítána vzdálenost, od které se projeví statisticky významný pokles rychlosti za informativní tabulí, tato vzdálenost činí 98,5 metrů, na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$  byla tato vzdálenost 119,75 metrů. V případě, že uvažujeme hladinu významnosti z intervalu  $0,01$  až  $0,05$ , mění se vzdálenost za informativní tabulí, ve které se projevil statisticky významný pokles rychlosti v intervalu od 98,5 až 119,75 metrů (stanoveno na základě lineární aproximace).

#### Vzorový výpočet pro hladinu významnosti 0,05:

K praktickému výpočtu kritické hodnoty pro hladinu významnosti  $0,05$  se použila funkce v programu MS EXCEL: NORMSINV (0,95)



Hodnoty parametrů lineární funkce se vypočítají řešením soustavy lineárních rovnic (6.1):

$$y_1 = ax_1 + b$$

$$y_2 = ax_2 + b$$

Kde hodnoty  $y_1$  a  $y_2$  reprezentují vypočítané hodnoty testové statistiky dosazení  $x_1$  a  $x_2$  reprezentují vzdálenosti měřících bodů za informativní tabulí. Po dosazení hodnot uvedených v Tab. 10.1 byly získány hodnoty parametrů aproximující funkce  $a = 0,032$  a  $b = -1,514$ .

Po výpočtu parametrů  $a$ ,  $b$  se přistoupí k výpočtu hledané vzdálenosti  $x$  za informativní tabulí, ve které se projeví statisticky významná změna rychlosti. Po dosazení hodnot parametrů a kritické hodnoty testu do rovnice (6.2) se získá hledaná vzdálenost, které na hladině významnosti 0,05 činí 98,5 metrů.

Pro praktické použití se tedy může přijmout závěr, že vzdálenost, kde dochází k poklesu za informativní tabulí v obci Kokory, se nachází v rozmezí 99 a 120 metrů za informativní tabulí. Tento výsledek zároveň potvrzuje, že vzdálenost 150 metrů je dostatečná pro to, aby byla měřícím zařízením zaregistrovaná reakce řidiče na informaci o rychlosti vozidla zobrazenou na informativní tabuli.

Pro lokalizaci informativní tabule před místem, ve kterém má být dosaženo zklidnění dopravy lze tedy konstatovat, že aby došlo k dostatečnému poklesu rychlosti, musí být informativní tabule umístěná ve vzdálenosti 100 až 120 metrů. Z hlediska obecnosti dosažených výsledků je však třeba uvést, že uvedený vzdálenostní interval byl zjištěn měřením za určitých parametrů, jako například velikost požadovaného rozdílu rychlosti, skladba dopravního proudu nebo sklonových a směrových poměrů na komunikaci. V případě změny některého z parametrů může pochopitelně nastat i změna v hodnotě vzdálenosti potřebné pro požadované snížení rychlosti.

## 11 Možnosti dalšího praktického využití výsledků práce

V rámci realizovaných měření byla informativní tabule vždy umístěna za dopravní značkou Is 12a Obec, tj. v místech, ve kterých byla požadována změna maximální povolené rychlosti z  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , v jednom případě dokonce z  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na  $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Interval, ve kterém se pohybuje vhodná vzdálenost mezi umístěním informativních tabulí a místem s vyžadovanou hodnotou rychlosti, byl identifikován měřením a činí 100 - 120 metrů. Uvedený interval však nelze prohlásit za obecně platný. Existují totiž faktory, které mohou hodnotu vhodné vzdálenosti ovlivnit tak, že zmiňovaná hodnota vhodné vzdálenosti bude ležet mimo tento interval.

Zkušenosti potvrzují, že při rozhodování o lokalizaci informativních tabulí před místem, ve kterém je zapotřebí dodržovat určitou rychlost, musí hrát důležitou roli skladba dopravního proudu, hodnota požadovaného absolutního snížení rychlosti, ale také případně sklonové poměry na komunikaci. Uvedené zkušenosti vyplývají z obecně známých fyzikálních principů, kdy energie pohybujícího se tělesa závisí na jeho hmotnosti, rychlosti a výškové poloze.

Východisky pro stanovení hodnot koeficientů pro výpočet vhodné vzdálenosti (dále jen „základní vzdálenost“) budou vzdálenost informativní tabule od změny rychlosti, tedy od dopravní značky IS 12a Obec, a požadovaný rozdíl snížení rychlosti. Rozdílem snížení rychlosti je myšlen rozdíl maximální povolené rychlosti, která je dovolená před dopravní značkou IS 12a Obec a rychlosti v místě informativní tabule. Dále pro výpočet koeficientu se použije složení dopravního proudu, vyjádřeného procentuálním zastoupením jednotlivých druhů vozidel. Výpočet bude proveden v podmínkách úseku bez stoupání a klesání vedoucím v přímém směru.

Základní vzdálenost byla získána na základě měření v obci Kokory, při kterém byl statisticky prokázán pokles rychlosti za informativní tabulí. V uvedeném případě byla informativní tabule umístěna v blízkosti začátku obce, nejvyšší povolená rychlost na komunikaci vedoucí do obce byla  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a nejvyšší povolená rychlost v obci byla  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Po zpracování dat naměřených v místě kontrolního radaru byla prokázána průměrná rychlost  $44,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a směrodatná odchylka  $5,8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Při prokázané normalitě naměřených dat o rychlosti vozidel v místě kontrolního měření (viz podkapitola 9.1) lze na základě známého pravidla tří sigma tedy konstatovat, že v místě kontrolního měření 68,27 % řidičů dodržovalo nejvyšší povolenou rychlost. Jen pro porovnání

na základě naměřenými údajů z informativní tabule, na které byla zjištěná průměrná rychlost  $48 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a směrodatná odchylka byla  $7,52 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , nemůžeme konstatovat dodržení maximální povolené rychlosti v místě informativní tabule.

Hodnoty vstupních rychlostí se dále použijí k výpočtu koeficientu vhodnosti umístění informativní tabule pro pokles rychlosti ve výši  $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Hodnoty koeficientu  $k_v$  pro další hodnoty poklesů se vypočítají ze zpomalení, které nastane mezi začátkem obce (dopravní značkou IS 12a Obec) a informativní tabulí. V obci Kokory předpokládáme, že řidiči dodrželi maximální povolenou rychlost  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a po projetí začátkem obce začali snižovat rychlost až na  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Což odpovídá snížení rychlosti o  $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na vzdálenosti 255 metrů (135 metrů je vzdálena informativní tabule od dopravní značky obec, kde dochází ke změně maximální povolené rychlosti a 120 metrů je odhadnutá vzdálenost na které dochází ke statisticky potvrzené změně rychlosti). Výpočet koeficientu je ve vzorci (11.1):

$$k_v = \frac{a_n}{a_{90-50}} [-] \quad (11.1)$$

kde  $a_{90-50}$  je zpomalení dopravního proudu v provedeném měření a  $a_n$  je zpomalení vypočtené pro další možné změny rychlosti. Toto se vypočte podle vzorce (11.2), který je odvozen ze vzorců (5.2) a (5.6):

$$a_n = \frac{\Delta v \cdot v_0}{s} - \frac{\Delta v^2}{2 \cdot s} [m \cdot s^{-2}] \quad (11.2)$$

Příklad vypočtených koeficientů  $k_v$  jsou v Tab. 11.1.

Příloha č. 12 obsahuje všechny vypočtené koeficienty pro rozdílné změny rychlosti a rozdílné počáteční rychlosti.

Tab. 11.1 Vypočtené koeficienty pro jednotlivé rozdíly rychlostí a následnou úpravu vzdálenosti informativní tabule [autor]

Počáteční rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Konečná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Rozdíl rychlostí [km·h <sup>-1</sup> ]	Koeficient $k_v$ [-]	Upravená odhadnutá vzdálenost [m]
130	120	10	0,45	54
130	110	20	0,86	103
120	100	20	0,79	94
120	90	30	1,13	135
110	90	20	0,71	86
110	80	30	1,02	122
100	80	20	0,64	77
100	70	30	0,91	109
90	60	30	0,80	96
<b>90</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>120</b>
80	60	20	0,50	60
80	50	30	0,70	84
70	50	20	0,43	51
70	40	30	0,59	71
60	40	20	0,36	43
60	30	30	0,48	58
50	40	10	0,16	19
50	30	20	0,29	34
40	30	10	0,13	15

#### Vzorový výpočet pro první řádek:

V provedeném měření došlo ke snížení rychlosti z 90 km·h<sup>-1</sup> na 50 km·h<sup>-1</sup>, tedy o 40 km·h<sup>-1</sup> = 11,11 m·s<sup>-1</sup>. Místo prokázané změny rychlosti je vzdálenost od dopravní značky IS 12a Obec cca 255 metrů. Pro výpočet koeficientu se vypočte nejprve zrychlení dopravního proudu pro rozdíl rychlosti 40 km·h<sup>-1</sup>, a pro 10 km·h<sup>-1</sup> = 2,78 m·s<sup>-1</sup> při snížení rychlosti ze 130 km·h<sup>-1</sup> na 120 km·h<sup>-1</sup> = 36,11 m·s<sup>-1</sup> na 33,33 m·s<sup>-1</sup>. Výpočet se provede podle vzorce (11.2):

$$a_{130-120} = \frac{2,78 \cdot 36,11}{255} - \frac{2,78^2}{2 \cdot 255} = \underline{\underline{0,38 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}}$$

$$a_{90-50} = \frac{11,11 \cdot 25}{255} - \frac{11,11^2}{2 \cdot 255} = \underline{\underline{0,85 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}}$$

Výpočet koeficientu  $k_v$  je podle vzorce (11.1):

$$k_v = \frac{0,38}{0,85} = \underline{\underline{0,45 \text{ [-]}}}$$

Pro určení koeficientu pro složení dopravního proudu  $k_p$  se vyjde opět z měření prováděné v obcích Kokory. Výpočet koeficientu je podle vzorce (11.3).

$$k_p = \frac{\bar{x}_k}{\bar{x}_n} \text{ [-]} \quad (11.3)$$

Vážený průměr se vypočte podle vzorce (11.4):

$$\bar{x}_n = \frac{b_1 \cdot s_1 + b_2 \cdot s_2 + b_3 \cdot s_3}{s_1 + s_2 + s_3} \quad (11.4)$$

Zjištěné procentuální složení vozidel v dopravním proudu v obci Kokory je uvedeno v Tab. 11.2.

Tab. 11.2 Složení dopravního proudu v obcích Kokory [%][autor]

Kategorie vozidel	M <sub>1</sub> , N <sub>1</sub> , L	N <sub>2,3</sub>	M <sub>2,3</sub>	T
Kokory	85,16	13,55	0,64	0,64

K výpočtu koeficientu se nepoužije údaj o zastoupení traktorů v dopravním proudu, jelikož se jedná o méně často se vyskytující vozidlo a pomalu jedoucí vozidlo, které spíše dopravní proud zpomalí. Koeficienty budou vypočítány s odstupňováním po 10 % u každé kategorie.

Hodnoty brzdného zpomalení podle EHK č. 13 v Tab. 11.3.

Tab. 11.3 Hodnoty brzdného zpomalení pro jednotlivé kategorie vozidel [13]

Kategorie vozidla	Brzdné zpomalení [m·s <sup>-2</sup> ]
M <sub>1</sub>	5,77
N <sub>2,3</sub>	5
M <sub>2,3</sub>	4,42

Ukázka koeficientů je v Tab. 11.4. Příloha č. 12 uvádí vypočítané koeficienty pro všechny kombinace složení dopravního proudu.

Tab. 11.4 Ukázka vypočtených koeficientů pro různé složení dopravního proudu [autor]

3. Skupina vozidel M <sub>2,3</sub> [%]	2. Skupina vozidel N <sub>2,3</sub> [%]	1. Skupina vozidel M <sub>1</sub> , N <sub>1</sub> , L [%]	Vážený průměr [m·s <sup>-2</sup> ]	Koeficient [-]	Konečný koeficient [-]	Upravená odhadnutá vzdálenost [m]
0	0	100	5,77	0,9803	1	120
0	10	90	5,693	0,9936	1	120
10	0	90	5,635	1,0038	1	120
<b>0,64</b>	<b>13,55</b>	<b>85,16</b>	<b>5,656</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>120</b>
0	20	80	5,616	1,0072	1	120
...	...	...	...	...	...	...
10	20	70	5,481	1,032	1	120
20	10	70	5,423	1,043	1	120
30	0	70	5,365	1,0543	1,1	132
0	40	60	5,462	1,0356	1	120
...	...	...	...	...	...	...
90	0	10	4,555	1,242	1,2	144
100	0	0	4,42	1,28	1,3	156

Vzorový výpočet pro první řádek:

Určení procentuálního zastoupení vozidel a přiřazení do skupin je uvedeno v Tab. 11.2. Zaokrouhlený průměr nutný pro výpočet je podle skupin. V 1. skupině je 80 % vozidel, ve 2. skupině 20 % vozidel a ve 3. skupině je 0 vozidel.

Pro řešené složení vozidel je zastoupena 100% 1. skupina.

Výpočet váženého průměru je podle obecného vztahu (11.4):

$$\bar{x}_n = \frac{5,77 \cdot 100 + 5 \cdot 0 + 4,42 \cdot 0}{(100 + 0 + 0)} = \underline{\underline{5,77}} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Vážený průměr pro složení dopravního proudu z provedeného měření, tedy podle zaokrouhleného průměru, je  $5,656 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

Koeficient je pak vypočten podle vzorce (11.3):

$$k_p = \frac{5,656}{5,77} = \underline{\underline{0,980}} [-]$$

Legenda:

$\bar{x}_k$  - vážený průměr brzdného zpomalení v podmínkách NDP v obci Kokory [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ],  $\bar{x}_n$  - vážený průměr brzdného zpomalení v podmínkách NDP [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ]  $s_1, s_2, s_3$  – procentuální zastoupení vozidel skupiny 1., 2., 3. [%],  $b_1, b_2, b_3$  - brzdné zpomalení referenčního vozidla 1., 2., 3., skupiny vozidel [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ],

Výsledné koeficienty mají velmi malé odstupy, je vhodné je zaokrouhlit na jedno desetinné místo, aby se vytvořily vyšší odstupy mezi koeficienty. Rozdíl jedné desetin při uvažované vzdálenosti 100 metrů by pak činil 10 metrů. Při zaokrouhlení na dvě desetinná místa by rozdíl ve vzdálenostech pro rozdílnou skladbu dopravního proudu činil i jeden metr, což by se v praxi jen velmi těžko dodrželo. Také se dá říci, že rozdíl ve vzdálenosti jednoho metru řidiče nijak neovlivní.

Pro kontrolu, zda na upravené odhadnuté vzdálenosti podle koeficientů budou schopny vozidla snížit rychlost. Provede se kontrolní výpočet kontrolní výpočet dráhy, na které jsou vozidla schopná snížit rychlost.

Ve výpočtu se bude vycházet z minimálního zpomalení, které je předepsáno předpisem EHK č. 13. Nepředpokládá se, že by řidiči využili maximálně toto zpomalení, proto se použije poloviční hodnota. A to konkrétně hodnota minimálního zpomalení kategorie vozidel  $M_{2,3}$ , které mají ze všech kategorií vozidel nejnižší předepsané minimální zpomalení. Hodnoty minimálního brzdného zpomalení jsou uvedeny v Tab. 11.3. Podle této tabulky je hodnota brzdného zpomalení pro kategorii vozidel  $M_{2,3}$   $4,42 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Zpomalení kategorie vozidel  $M_{2,3}$  je vybráno proto, aby i nejpomalejší vozidla byla schopna na odhadnuté vzdálenosti zastavit. Hodnota brzdného zpomalení pro výpočet je tedy  $2,21 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Vzorec pro výpočet dráhy vychází ze vzorce (11.2), po úpravě se dostane vzorec pro výpočet dráhy (11.5).

$$s = \frac{\Delta v \cdot v_0}{b} - \frac{\Delta v^2}{2 \cdot b} [m \cdot s^{-2}] \quad (11.5)$$

V Tab. 11.5 jsou uvedeny upraveny odhadnuté vzdálenosti změny rychlosti za informativní tabulí a vzdálenost potřebná ke snížení rychlosti. Příloha č. 14 obsahuje porovnání vzdálenosti pro všechny změny rychlosti.

**Tab. 11.5 Porovnání upravené odhadnuté vzdálenosti pomocí koeficientu  $k_v$  a potřebné vzdálenosti pro snížení rychlosti [autor]**

Počáteční rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Konečná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Rozdíl rychlosti [km·h <sup>-1</sup> ]	Upravená odhadnutá vzdálenost [m]	Potřebná vzdálenost pro snížení rychlosti [m]
130	120	10	54	44
130	110	20	103	84
120	90	30	135	110
120	80	40	171	140
110	80	30	122	100
110	70	40	154	126
100	70	30	109	89
100	60	40	137	112
90	60	30	96	79
90	50	40	120	98
90	40	50	139	113
80	50	30	84	68
80	40	40	103	84
70	30	40	86	70
60	50	10	24	19
60	40	20	43	35
50	30	20	34	28
40	30	10	15	12

#### Vzorový výpočet pro první řádek:

Pro dráhu k zastavení je potřeba zpomalení  $b = 2,21 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Změna rychlosti o  $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , což je  $2,78 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  při snížení rychlosti ze  $130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  na  $120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  což je z  $36,11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  na  $33,33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Výpočet se provede podle vzorce (11.5):

$$s = \frac{2,78 \cdot 36,11}{2,21} - \frac{2,78^2}{2 \cdot 2,21} = \underline{\underline{43,64}} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Výpočtem potřebné vzdálenosti pro snížení rychlosti a jejím porovnáním s odhadnutou vzdáleností upravenou pomocí koeficientu  $k_v$ , kde dochází ke změně rychlosti za informativní tabulí, se potvrdilo, že vozidla jsou schopná na odhadnuté vzdálenosti snížit rychlost.

## 12 Závěr

Předložená disertační práce se zabývá problematikou hodnocení účinnosti bezpečnostních prvků na pozemních komunikacích sloužících ke zklidňování dopravy, především se zaměřením na prvky umístování v intravilánu.

V disertační práci byly nejprve taxativně uvedeny a následně podrobně charakterizovány nejčastěji využívané prvky zklidňování dopravy. Nejčastěji používané bezpečnostní prvky lze rozdělit na prvky zaměřené na snižování rychlosti, úpravy křižovatek, sloužící k ochraně chodců a úpravy průtahů obcemi. Z uvedených prvků byl k podrobnějšímu zkoumání vybrán psychologický prvek - informativní tabule, který spadá do skupiny prvků zaměřených na snížení rychlosti vozidel.

Práce zmiňuje výsledky výzkumů, které probíhaly v ČR, ve Velké Británii a v USA.

Na rozdíl od výsledků výše uvedených výzkumů se disertační práce zaměřuje na problematiku vývoje rychlosti vozidel na úseku komunikace za informativní tabulí. Na základě toho je totiž možné ověřit, do jaké míry řidiči akceptují informaci zobrazenou na informativní tabuli z hlediska chování v čase. Je to především z toho důvodu, že informativní tabule by se měly umísťovat před místem, kde je vyžadováno zklidnění na takovou vzdálenost, aby bylo reálné dosáhnout požadované výše rychlosti v protekčním místě.

S ohledem, že v průběhu tvorby disertační práce nebylo k dispozici měřicí zařízení, které by umožňovalo měřit rychlost bodově ve větším počtu profilů za informativní tabulí, muselo být použito běžně dostupné zařízení – rychloměr MicroDigiCam umístěný ve zvoleném kontrolním bodě za informativní tabulí. Za tím účelem musela být určena vzdálenost za informativní tabulí, ve které bude možno postihnout chování řidičů, kteří rychlost svého vozidla přizpůsobují informaci zobrazené na informativní tabuli, zejména určit minimální hodnotu této vzdálenosti. Z výsledků provedených výzkumů v ČR a zahraničí totiž plyne, že chování řidičů v okolí informativní tabule může být různé. Mohou se vyskytnout řidiči, kteří zareagují na upozornění o překročení maximální povolené rychlosti zobrazené na informativní tabuli, v místě informativní tabule pojedou maximální povolenou rychlostí a po určité době po minutí informativní tabule začnou zrychlovat. Minimální vzdálenost pak bude odpovídat takové vzdálenosti, ve které se zrychlení projeví. Existují však i řidiči, kteří při míjení informativní tabule pojedou vyšší než povolenou rychlostí a po určité době začnou zpomalovat. Minimální vzdálenost



pak bude odpovídat takové vzdálenosti, ve které se zpomalení projeví. Bohužel, jednoznačné stanovení této vzdálenosti není jednoduché, protože chování řidičů je do jisté míry variabilní, stejně tak nejsou unifikovány dynamické charakteristiky všech vozidel. Za účelem výpočtu pro potřeby této práce se proto stanovily vstupní údaje o změně rychlosti, zrychlení a zpomalení automobilů na základě nejrozšířenějšího typu vozidla registrovaného v ČR. Výpočet byl proveden pro osobní automobil, vypočítaná vzdálenost činí po zaokrouhlení 50 metrů za informativní tabulí. Vzdálenost 50 metrů za informativní tabulí je nutno chápat jako místo, ve kterém může ke změně rychlosti dojít. Protože v reálných podmínkách nebylo možno měření v této vzdálenosti vždy realizovat, byla jako další kontrolní vzdálenost určena distance 150 metrů za informativní tabulí. V této vzdálenosti již bylo možno kontrolní měření provést ve všech reálných lokalitách. Bylo-li to technicky možné, realizovalo se měření i ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí.

Na základě naměřených dat a jejich statistického zpracování a realizaci vhodných typů statistických testů bylo zjištěno, že ze 4 lokalit v okrese Přerov, ve kterých měření probíhalo v obci Grymov bylo potvrzeno statisticky významné snížení rychlosti a to ve vzdálenosti 150 metrů (měření ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí neproběhlo), v obci Kokory ve vzdálenosti 50 metrů se statisticky významná změna rychlosti nepotvrdila a ve vzdálenosti 150 metrů došlo ke statisticky významnému snížení rychlosti, v obci Prosenice ve vzdálenosti 150 metrů se prokázalo statisticky významné zvýšení rychlosti (měření ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí neproběhlo) a na ulici Želatovská v Přerově se ani v případě vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí ani v případě 150 metrů za informativní tabulí nepotvrdila statisticky významná změna rychlosti. Potvrzuje se však tím hypotéza o existenci obou skupin řidičů, které byly uvedeny v předchozím odstavci.

Z výsledků měření potvrzených statistickým testem je patrné, že pokud dojde ke změně rychlosti, změna nenastala v 50 metrové vzdálenosti za informativní tabulí, ale byla zaregistrována až ve 150 metrové vzdálenosti za informativní tabulí. Zjištěná registrace změny ovšem ještě sama o sobě nepotvrzuje fakt, že ke změně rychlosti dochází až ve 150 metrové vzdálenosti za informativní tabulí. Lze tedy konstatovat, že změnu rychlosti lze očekávat ve vzdálenostním intervalu 50 a 150 metrů za informativní tabulí. Pro orientační odhad vzdálenosti, v jaké se rychlost změní, byl proveden výpočet. K výpočtu byla použita aproximace pomocí lineární funkce. Odhad výsledné vzdálenosti byl proveden na hladinách významnosti 0,01 a 0,05. Pro hladinu významnosti 0,01 byl vypočítán odhad ve výši 119,75 metrů, pro hladinu významnosti 0,05 je hodnota

vzdálenosti 98,5 metrů za informativní tabulí. Na základě provedených výpočtů lze předpokládat, že lokalizace informativní tabule by měla být provedena ve vzdálenosti 100 až 120 metrů před místem, ve kterém má být docíleno požadovaného zklidnění dopravy. Tyto výsledky se však vztahují na komunikace směrově a stavebně blízké jako je komunikace v obci Kokory, ve které bylo měření potvrzující daný trend realizováno.

Aby bylo možno výsledky dosažené v disertační práci více zobecnit, obsahuje práce také část věnovanou výpočtu této vzdálenosti v závislosti na absolutním požadovaném poklesu rychlosti a skladbě dopravního proudu. Výsledkem jsou tabelované vybrané hodnoty specifických koeficientů umožňujících zohlednit v předchozí větě uvedené faktory.

## **Závěr plynoucí pro rozvoj vědy**

Možné přínosy pro dopravní vědu lze spatřovat ve výsledcích měření rychlosti vozidel v prostoru za informativní tabulí, které nebylo v dostupných pramenech zjištěno. Při tom se jedná o poměrně zásadní faktor umožňující hodnotit efektivitu informativních tabulí jako prvků zvyšujících bezpečnost na pozemních komunikacích. Na základě realizovaných měření se potvrdilo, že informativní tabule zpravidla přispívá ke snížení rychlosti, ovšem reakce řidičů na zobrazenou výši rychlosti bývají různé. Za tím co jedna skupina řidičů po určité době začne rychlost vozidla zvyšovat, u druhé skupiny řidičů se reakce projeví až po minutě informativní tabule. Za tím účelem autor práce vidí jako smysluplné zabývat se odhadem vzdálenosti, ve které dochází ke změně rychlosti, což je v práci také obsaženo. Výpočet vzdálenosti je doplněn vybranými tabelovanými hodnotami koeficientů zohledňujícími absolutní pokles výše rychlosti a skladbu dopravního proudu.

## **Závěry plynoucí pro praxi**

Z výše uvedených poznatků a výsledků měření lze přijmout doporučení pro efektivní lokalizaci informativních tabulí a tak zlepšení účinnosti informativních tabulí používaných v reálném provozu.

Před samotnou instalací informativní tabule je třeba provést průzkum, zda je zapotřebí v daném místě snížit rychlost. Mohou se totiž naskytnout situace, kdy v místě, kde je požadováno zvýšení bezpečnosti dopravy, řidiči dodržují maximální povolenou

rychlost. Ke zklidnění dopravy, pokud je v těchto místech řidiči dodržována maximální povolená rychlost, se tak musí použít jiný prvek zklidňování dopravy.

Informativní tabule je třeba umisťovat v přehledných místech tak, aby řidiči informativní tabule nepřehlédli. Je nevhodné, umisťovat je v zatáčkách a jiných místech, kde se musí řidič primárně věnovat řízení. Naopak, je vhodné, aby informativní tabule byly umístěny v prostředí, kde nesplynou s okolím.

Použití informativní tabule je vhodné v místech, kde řidiči překračování maximální povolené rychlosti je způsobeno prostředím, například na rovných úsecích nebo v dlouhých klesáních. Také se mohou umisťovat před nebezpečný úsek např. před sérií zatáček apod.

V případech, kdy se informativní tabule používá pro upozornění řidičů na vjezd do intravilánu, lze využít vhodně umístěné dopravní značky IS 12a Obec. V zahraničí se informativní značka umisťuje před zastavěnou oblastí obce. Příkladem může být Polská republika, kde se používá dopravní značka D – 42 a D – 43 (podle polské legislativy) nazvaná Teren zabudowany (v překladu zastavěná oblast). Příloha č. 16 ukazuje příklad dopravního značení používaný v Polsku pro zastavěnou oblast.

Informativní tabule by se neměla používat v situacích, kdy je vyžadováno poměrně velké snížení rychlosti. Pro takové případy je výhodnější použít některý z fyzických prvků nebo použít například okružní křižovatku nebo zpomalovací práh. To z důvodu, že informativní tabule je pouze psychologický prvek, na který si řidiči časem zvyknou. Dále, psychologický prvek působí na každého člověka rozdílně a záleží pouze na uvědomělosti každého jedince, jak se k tomuto typu opatření postaví. Kdežto na fyzické prvky řidiči musí nějakým způsobem zareagovat, buď snížit rychlost, nebo provést úhybný manévry. Kombinací obou prvků zklidňování dopravy, tedy fyzického i psychologického, bude působit na řidiče více způsobů a vliv takové kombinace by mohl přinést větší efekt.

Aby použití informativní tabule bylo účinné, je třeba ji umisťovat ve vzdálenosti přibližně 100 až 120 metrů od místa, kde je požadováno snížení rychlosti, to však platí pouze v určitých případech. V jiných situacích se tato vzdálenost dá určit například podle v práci vypočítaných koeficientů. Jelikož není známý vývoj rychlosti ve vzdálenosti větší než 150 metrů za informativní tabulí (měření rychlosti ve větší vzdálenosti nebylo prováděno), nelze doporučit umisťování informativní tabule ve vzdálenosti více než 150 metrů před místem, ve kterém má být dosaženo zklidňujícího efektu.

Co se týče dlouhodobého působení informativních tabulí na řidiče, je doporučeno používat informativní tabule na jednom místě maximálně 2 roky. Zvyšování účinnosti informativních tabulí může být podporováno občasným měřením rychlosti Policií ČR, která by postihovala řidiče překračující maximální povolenou rychlost.

### **Možnosti pokračování v dané problematice**

Pokračovat ve výzkumu v dané problematice je zejména možné provedením kontinuálního měření za informativní tabulí. Tímto měřením lze také ověřit odhadnutou vzdálenost za informativní tabulí, kde dochází ke změně rychlosti. Velmi výhodné je provést toto měření na mobilních informativních tabulích nebo na nově instalovaných informativních tabulích. To z důvodu, aby si řidiči nezvykli na tento psychologický prvek v úseku, kde se provádí výzkum. Takto řešeným průzkumem lze zaznamenat případnou změnu v chování řidičů a reakci na nový bezpečnostní prvek. Důležitý údaj, který je prozatím neznámý, je, v jaké vzdálenosti se změna rychlosti ustálí.

Pokud se bude provádět výzkum na nově instalovaných stacionárních informativních tabulích, je vhodné provést také dlouhodobý výzkum z hlediska časové účinnosti a ověřit nebo vyvrátit tvrzení výzkumu z USA o maximální době umístění informativní tabule na jednom místě a to 2 roky, v podmínkách ČR.

Doposud se ještě nikdo nezabýval výzkumem účinnosti kombinace prvků zklidnění dopravy. Kombinací prvků zklidnění dopravy zejména fyzických a psychologických je vhodné prozkoumat zejména pro vyšší rychlosti, zjistit účinnost rozdílných kombinací prvků a doporučit jednotlivé kombinace prvků pro různé rychlosti. Případně se zabývat účinností prvků pro snížení rychlosti při velkých rozdílech rychlosti.

## Literatura

- [1] HAMOUZOVÁ, Iveta . ČT24 [online]. 12.2.2008 [cit. 2011-04-10]. 1898: Ve Velké Británii se stala první dopravní nehoda, při které zahynul řidič. Dostupné z WWW: <<http://www.ct24.cz/kalendarium/5334-ve-velke-britanii-se-stala-prvni-dopravni-nehoda-pri-ktere-zahynul-ridic/>>.
- [2] Zklidňování dopravy. In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 21.2.2009, last modified on 5.9.2010 [cit. 2011-04-19]. Dostupné z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Zklid%C5%88ov%C3%A1n%C3%AD\\_dopravy](http://cs.wikipedia.org/wiki/Zklid%C5%88ov%C3%A1n%C3%AD_dopravy)>.
- [3] *Bezpečné přechody* [online]. 2004 [cit. 2011-04-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.bezpecneprechody.cz/?strana=historie>>.
- [4] AMBROS, Jiří; DONT, Milan; STRIEGLER, Radim. Observatoř : bezpečnost silničního provozu [online]. 2007 [cit. 2011-04-28]. Vjezdový ostrůvek v obci Bedihošť. Dostupné z WWW: <<http://www.czrso.cz/index.php?id=490>>.
- [5] AMBROS, Jiří; DONT, Milan; STRIEGLER, Radim. Observatoř : bezpečnost silničního provozu [online]. 2007 [cit. 2011-04-28]. Zařízení pro provozní informace na ulici Rybnické v Brně. Dostupné z WWW: <<http://www.czrso.cz/index.php?id=465>>.
- [6] AMBROS, Jiří; DONT, Milan; STRIEGLER, Radim. Observatoř : bezpečnost silničního provozu [online]. 2007 [cit. 2011-04-28]. Zařízení pro provozní informace na ulici Bělohorské v Brně – 1 rok po instalaci. Dostupné z WWW: <<http://www.czrso.cz/index.php?id=464>>.
- [7] WINNETT, M. A.; WHEELER, A. H. . Vehicle-activated signs – a large scale evaluation. Londýn :, 2002. 34 s. ISSN 0968-4107.
- [8] Permanent Radar Signs. In: GODINEZ, Ray. City of Kirkland [online]. 2006 [cit. 2012-03-26]. Dostupné z WWW: <http://www.kirklandwa.gov/Assets/Public+Works/Public+Works+PDFs/transcom/archive/KTC+Other+Agency+Experience.pdf>
- [9] Centrální registr vozidel. ODBOR CENTRÁLNÍCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ. Ministerstvo vnitra: České republiky [online]. 23.1.2012 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z WWW: <http://www.mvcr.cz/clanek/centralni-registr-vozidel-865510.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>

- [10] Skodafelicie.webz.cz : Škoda Felicie a všechno o ní [online]. 2008 [cit. 2011-04-10]. Technické údaje. Dostupné z WWW: <<http://skodafelicia.webz.cz/data.htm>>.
- [11] Skoda-auto.cz [online]. 2011 [cit. 2011-04-10]. Fakta/Technické data. Dostupné z WWW: <<http://www.skoda-auto.cz/cze/model/newfabia/facts/Pages/facts.aspx>>.
- [12] VLK, František. *Dynamika motorových vozidel*. 2. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství František Vlk, 2003. ISBN 80-239-0024-2.
- [13] Dohoda o přijetí jednotlivých technických předpisů kolového vozidla, vybavení a částí, které se můžou montovat a/nebo používat na kolových vozidlech a o podmínkách vzájemného uznávání homologací udělených na základě těchto předpisů: Jednotné ustanovení pro homologaci osobních automobilů z hlediska brzdění. In: Předpisy EHK OSN. 17. února 2008. Dostupné z WWW: <http://www.telecom.gov.sk/externe/ehk/11-20/d58-013hr1i.htm>
- [14] LIKEŠ, Jiří; LAGA, Josef. *Základní statistické tabulky*. Praha : Nakladatelství technické literatury, 1978. 488 s
- [15] HEBÁK, Petr, Jiří HUSTOPECKÝ a Iva PECÁKOVÁ. *Vícerozměrné statistické metody (1)*. První. Praha: Informatorium, spol. s r.o., 2004. ISBN 80-7333-025-3.
- [16] Náhodná veličina a rozdělení pravděpodobnosti. In: [Http://new.euromise.org](http://new.euromise.org) [online]. 1999 [cit. 2012-09-18]. Dostupné z: <http://new.euromise.org/czech/tajne/ucebnice/html/html/node6.html>
- [17] Statistika I. LITSCHMANNOVÁ. Statistika I: řešené příklady, studijní opora pro výuku Statistiky I [online]. první. 2007 [cit. 2012-05-29]. Dostupné z WWW: [http://homel.vsb.cz/~lit40/STA1/Cviceni/PDF/12cNeparam\\_Hypotezy.PDF](http://homel.vsb.cz/~lit40/STA1/Cviceni/PDF/12cNeparam_Hypotezy.PDF)
- [18] KARLICKÝ, Pavel a Petr SLABÝ. *Teorie dopravního proudu: - výběrový předmět*. Praha: ČVUT - Fakulta stavební, 1983.
- [19] LITSCHMANNOVÁ. Úvod od statistiky [online]. první. Ostrava, 2011 [cit. 2012-06-19]. Dostupné z WWW: <http://mi21.vsb.cz/modul/uvod-do-statistiky>
- [20] *Protokol o technické zkoušce : Silniční rychloměr typ MicroDigiCam* . Brno : Český metrologický institut, 2010. 19 s. Dostupné z WWW: <[http://www.atstelcom.cz/pdf/cert/certifikat\\_mdc\\_lti.pdf](http://www.atstelcom.cz/pdf/cert/certifikat_mdc_lti.pdf)>.
- [21] Mapy.cz [online]. 1996 [cit. 2011-12-16]. Dostupné z WWW: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

- [22] Grymov: oficiální stránky. [online]. [cit. 2012-01-31]. Dostupné z WWW : <http://www.grymov.cz/index.php?nid=6539&lid=cs&oid=1021862>
- [23] Obec Kokory [online]. 2010, 2012 [cit. 2012-02-06]. Dostupné z WWW: <http://www.obeckokory.cz/>
- [24] ŘSD ČR. Celostátní sčítání dopravy 2010 [online]. 2011 [cit. 2012-02-06]. Dostupné z: <http://scitani2010.rsd.cz/pages/informations/default.aspx>
- [25] Obec Prosenice [online]. 2009, 2012 [cit. 2012-02-06]. Dostupné z WWW: <http://www.obecprosenice.cz/index.php?nid=4346&lid=cs&oid=554589>
- [26] Statistické informace. STATUTÁRNÍ MĚSTO PŘEROV. Statutární město Přerov [online]. 2000, 2012 [cit. 2011-12-11]. Dostupné z WWW: <http://www.prerov.eu/cs/o-prerove/soucasnost-mesta/statisticke-informace.html>
- [27] [www.silnicniservis.com](http://www.silnicniservis.com) [online]. 2011 [cit. 2011-05-19]. B1-B34, C1-C14b. Dostupné z WWW: <<http://eshop.silnicniservis.com/zbozi/3952/B1-B34--C1-C14b.htm>>.
- [28] Česká republika. Vyhláška č. 30/2001 Sb. , kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích a úprava a řízení provozu na pozemních komunikacích. In •*Sbírka zákonů, Česká republika*. 2001, 37, s. 125.
- [29] TP 133. *Technické podmínky TP 133 : Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích*. Praha : Ministerstvo dopravy a spojů ČR, 2005. 56 s.
- [30] TUČKA, Pavel; AMBROS, Jiří. *Observační : bezpečnost silničního provozu* [online]. 2006 [cit. 2011-0-25]. Vyhodnocení efektivnosti použití figuríny policisty u základních škol v Lipníku nad Bečvou. Dostupné z WWW: <http://czrso.cz/index.php?id=335>
- [31] *DOPIS Servis, s.r.o.* [online]. 2008 [cit. 2011-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.dosipservis.cz/ukazatele.html>>.
- [32] NOVOTNÝ, David. Optimální velikost okružních křižovatek. ATELIÉR MALÝCH OKRUŽNÍCH KŘÍŽOVATEK. *Ateliér malých okružních křižovatek* [online]. [cit. 2012-07-04]. Dostupné z WWW: <http://www.ateliermok.eu/okruznikrizovatky.php>
- [33] KAVANAGH, Tony . *SandridgeVillage.Com* [online]. 6.1.2004 [cit. 2011-11-22]. Vehicle Activated Signs: The Solution for Sandridge?. Dostupné z WWW: <<http://www.sandridgevillage.com/speed/plan.htm>>.
- [34] Kalašová, A.; Faith, P.; Paľo, J. *Dopravné inžinierstvo*. Žilina: Žilinská univerzita v Žilíně, 2006, 194 s. ISBN 80-8070-634-4

[35] Obraz Zabudowany. *Skolnictwo* [online]. 2008 [cit. 2012-09-18]. Dostupné z:  
[http://www.szkolnictwo.pl/test,4,825,10,Poj%C4%99cia\\_podstawowe-](http://www.szkolnictwo.pl/test,4,825,10,Poj%C4%99cia_podstawowe-Obszar_zabudowany)  
[Obszar\\_zabudowany](http://www.szkolnictwo.pl/test,4,825,10,Poj%C4%99cia_podstawowe-Obszar_zabudowany)

[36] Centrum Głogoczowa: – zmiana organizacji ruchu drogowego. *Mój blog dla Głogoczowa* [online]. 2011 [cit. 2012-09-18]. Dostupné z:  
[http://www.agnieszkawegrzyn.pl/2012/04/centrum-glogoczowa-zmiana-organizacji-ruchu-](http://www.agnieszkawegrzyn.pl/2012/04/centrum-glogoczowa-zmiana-organizacji-ruchu-drogowego/)  
[drogowego/](http://www.agnieszkawegrzyn.pl/2012/04/centrum-glogoczowa-zmiana-organizacji-ruchu-drogowego/)

[37] MĚSTSKÁ POLICIE PŘEROV. *Údaje z informativní tabule*. 2011.



## Publikace

LINDOVSKÝ, Martin. Economics comparison of tractor and track containers transport. Perner's Contacts. 2009, roč. 4, č. 4, s. 9. ISSN 1801-674x. Dostupné z: [http://pernerscontacts.upce.cz/16\\_2009/Lindovsky.pdf](http://pernerscontacts.upce.cz/16_2009/Lindovsky.pdf)

LINDOVSKÝ, Martin. Methods restricting emissions from road vehicle. Perner's Contacts. 2011, roč. 6, č. 5, s. 9. ISSN 1801-674x. Dostupné z: [http://pernerscontacts.upce.cz/24\\_2011/Lindovsky.pdf](http://pernerscontacts.upce.cz/24_2011/Lindovsky.pdf)

LINDOVSKÝ, Martin. Moderní nástroje logistiky v silniční dopravě. Acta Logistica Moravica. 2012, roč. 2, č. 1, s. 7. ISSN 1804-8315. Dostupné z: [http://web2.vslg.cz/fotogalerie/acta\\_logistica/2012/1-cislo/14-lindovsky.pdf](http://web2.vslg.cz/fotogalerie/acta_logistica/2012/1-cislo/14-lindovsky.pdf)

LINDOVSKÝ, Martin. Ověření účinnosti informativní tabule. Perner's Contacts. 2011, roč. 6, č. 4, s. 19. ISSN 1801-674x. Dostupné z: [http://pernerscontacts.upce.cz/23\\_2011/Lindovsky.pdf](http://pernerscontacts.upce.cz/23_2011/Lindovsky.pdf)

LINDOVSKÝ, Martin. Porovnání současné úrovně cyklostezek v Ostravě a ve Finsku. Perner's Contacts. 2011, roč. 6, č. 1, s. 17. ISSN 1801-674x. Dostupné z: [http://pernerscontacts.upce.cz/21\\_2011/Lindovsky.pdf](http://pernerscontacts.upce.cz/21_2011/Lindovsky.pdf)

LINDOVSKÝ, Martin. Posouzení vývoje rychlosti za informativní tabuli na ulici Želatovský v Přerově. Perner's Contacts. 2012, sedmý, III. ISSN 1801-674x. Dostupné z: [http://pernerscontacts.upce.cz/27\\_2012/Lindovsky.pdf](http://pernerscontacts.upce.cz/27_2012/Lindovsky.pdf)

LINDOVSKÝ, Martin. Zjištění účinnosti pro provozní informace v obci Kokory. Perner's Contacts. 2012, roč. 7, č. 1, s. 11. ISSN 1801-674x. Dostupné z: [http://pernerscontacts.upce.cz/25\\_2011/Lindovsky.pdf](http://pernerscontacts.upce.cz/25_2011/Lindovsky.pdf)

## Seznam obrázků

Obr. 4.1 Schéma umístění stanoviště měřícího vozidla (MV), informativní tabule (I2) a šest vyhodnocených vzdáleností měřených od MV [6] .....	22
Obr. 4.2 Průběh rychlosti $V_{85}$ a průměrné rychlosti ve sledovaném úseku pro osm měření ve dne [6] .....	23
Obr. 4.3 Průběh rychlosti $V_{85}$ a průměrné rychlosti ve sledovaném úseku pro osm měření v noci [6] .....	23
5.1 Schéma výpočtu vzdálenosti [autor] .....	31
Obr. 5.2 Obecné schéma odhadu změny rychlosti od informativní tabule pomocí lineární aproximace [autor] .....	42
Obr. 6.1 Hustota pravděpodobnosti normálního rozdělení [16] .....	45
Obr. 7.1 Rychloměr MicroDigiCam [autor] .....	53
Obr. 7.2 Architektura vzájemné komunikace rychloměru s externími zařízeními [20] .....	54
Obr. 8.1 Mapa zobrazující vybraná místa pro měření v okrese Přerov [21] .....	57
Obr. 8.2 Mapa obce Grymov [21] .....	58
Obr. 8.3 Letecký pohled na měřenou lokalitu v obci Grymov s vyznačením jednotlivých pozic [13] .....	58
Obr. 8.4 Umístění stacionární informativní tabule v obci Grymov [autor] .....	59
Obr. 8.5 Umístění kontrolního radaru v obci Grymov [autor] .....	59
Obr. 8.6 Mapa obce Kokory [21] .....	60
Obr. 8.7 Letecký pohled na měřenou lokalitu v obci Kokory s vyznačením jednotlivých pozic měření [21] .....	60
Obr. 8.8 Umístění stacionární informativní tabule v obci Kokory [autor] .....	61
Obr. 8.9 Pohled na silnici č. 55 od kontrolního radaru v obci Kokory [autor] .....	61
Obr. 8.10 Mapa obce Prosenice [21] .....	62
Obr. 8.11 Letecký pohled na měřenou lokalitu v obci Prosenice s vyznačením jednotlivých pozic měření [21] .....	63
Obr. 8.12 Umístění informativní tabule v obci Prosenice [autor] .....	63
Obr. 8.13 Pohled na místo měření od kontrolního radaru v obci Prosenice [autor] .....	64
Obr. 8.14 Mapa ulice Želatovské v Přerově [21] .....	65
Obr. 8.15 Letecký pohled na měřenou lokalitu na ulici Želatovská v Přerově s vyznačením jednotlivých pozic měření [21] .....	65
Obr. 8.16 Poloha informativní tabule na ulici Želatovská v Přerově [autor] .....	66

Obr. 8.17 Pohled na měřený úsek od kontrolního radaru na ulici Želatovské v Přerově [autor].....	66
Obr. 8.18 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity na informativní tabuli za dobu měření při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí v obci Grymov [autor] .....	68
Obr. 8.19 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Grymov [autor] .....	68
Obr. 8.20 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity měřená kontrolním radarem za dobu měření ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí v obci Grymov [autor] .....	69
Obr. 8.21 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti při měření kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Grymov [autor] .....	70
Obr. 8.22 Porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti změřené na informativní tabuli a kontrolním radaru při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Grymov[autor].....	71
Obr. 8.23 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity na informativní tabuli za dobu měření při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 m za informativní tabulí v obci Kokory [autor] .....	72
Obr. 8.24 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabule v obci Kokory [autor] .....	73
Obr. 8.25 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity měřené kontrolním radarem za dobu měření ve vzdálenosti 50 m za informativní tabulí v obci Kokory [autor] .....	74
Obr. 8.26 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti při měření kontrolním radarem ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí v obci Kokory [autor] .....	74
Obr. 8.27 Porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti změřené na informativní tabuli a kontrolním radaru při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí v obci Kokory [autor] .....	75
Obr. 8.28 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity na informativní tabuli za dobu měření při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí v obci Kokory [autor] .....	76
Obr. 8.29 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Kokory [autor] .....	77

Obr. 8.30 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity měřené kontrolním radarem za dobu měření ve vzdálenosti 50 m za informativní tabulí v obci Kokory [autor] .....	78
Obr. 8.31 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti při měření kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Kokory [autor] .....	78
Obr. 8.32 Porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti změřené na informativní tabuli a kontrolním radaru při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Kokory [autor] .....	79
Obr. 8.33 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity na informativní tabuli za dobu měření při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí v obci Prosenice [autor] .....	81
Obr. 8.34 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Prosenice [autor] .....	82
Obr. 8.35 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity měřené kontrolním radarem za dobu měření ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí v obci Prosenice [autor] .....	83
Obr. 8.36 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti při měření kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Prosenice [autor] .....	84
Obr. 8.37 Porovnání korelačních diagramů intenzity a rychlosti změřené na informativní tabuli a kontrolním radaru při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí v obci Prosenice [autor] .....	85
Obr. 8.38 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity na informativní tabuli za dobu měření při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 m za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově [autor] .....	86
Obr. 8.39 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově [autor] .....	87
Obr. 8.40 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity měřené kontrolním radarem za dobu měření ve vzdálenosti 50 m za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově .....	88
Obr. 8.41 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti při měření kontrolním radarem ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí na ulici Želatovské v Přerově [autor] .....	89
Obr. 8.42 Porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti změřené na informativní tabuli a kontrolním radarem při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů za informativní tabulí na ulici Želatovské v Přerově [autor] .....	90

Obr. 8.43 Průběh průměrné rychlosti a intenzity na informativní tabuli za dobu měření při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově .....	91
Obr. 8.44 Korelační diagram intenzity a průměrné rychlosti na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově [autor] .....	92
Obr. 8.45 Průběh pětiminutové průměrné rychlosti a intenzity měřené kontrolním radarem za dobu měření ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově .....	93
Obr. 8.46 Korelační diagram intenzity a rychlosti při měření kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí na ulici Želatovské v Přerově [autor] .....	93
Obr. 8.47 Porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti změřené na informativní tabuli a kontrolním radarem při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů za informativní tabulí na ulici Želatovské v Přerově [autor] .....	94
Obr. 8.48 Situace vzniku chyby měření – stínění laserového paprsku radaru [autor] .....	96

## Seznam tabulek

Tab. 4.1 Zjištěné hodnoty rychlostí $V_{85}$ a podílů vozidel překračujících nejvyšší povolenou rychlost (měřenou před a po instalaci informativní tabule) [5] .....	21
Tab. 8.1 Průměrná rychlost a intenzita na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Grymov [autor] .....	67
Tab. 8.2 Průměrná rychlost a intenzita měřená kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Grymov [autor] .....	69
Tab. 8.3 Průměrná rychlost a intenzita na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule v obci Kokory [autor] .....	72
Tab. 8.4 Průměrná rychlost a intenzita měřená kontrolním radarem ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule v obci Kokory [autor] .....	73
Tab. 8.5 Průměrná rychlost a intenzita na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Kokory [autor] .....	76
Tab. 8.6 Průměrná rychlost a intenzita měřená kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Kokory [autor] .....	77
Tab. 8.7 Porovnání průměrných rychlostí naměřených v obci Kokory [autor] .....	80
Tab. 8.8 Průměrná rychlost a intenzita na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Prosenice [autor] .....	81
Tab. 8.9 Průměrná rychlost a intenzita měřená kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule v obci Prosenice [autor] .....	83
Tab. 8.10 Průměrná rychlost a intenzita na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule na ulici Želatovská v Přerově [autor] .....	86
Tab. 8.11 Průměrná rychlost a intenzita měřená kontrolním radarem ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule na ulici Želatovské v Přerově [autor] .....	88
Tab. 8.12 Průměrná rychlost a intenzita na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule na ulici Želatovská v Přerově [autor] .....	91
Tab. 8.13 Průměrná rychlost a intenzita měřená kontrolním radarem ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule na ulici Želatovské v Přerově [autor] .....	92
Tab. 8.14 Porovnání průměrných rychlostí naměřených na ulici Želatovské v Přerově [autor] .....	95
Tab. 9.1 Vypočtené parametry normálního rozdělení pro data změřená v obci Grymov [autor] .....	99
Tab. 9.2 Konečné rozdělení datového souboru do tříd a určení $X_{obs}$ pro data z informativní tabule v obci Grymov [autor] .....	100

Tab. 9.3 Konečné rozdělení datového souboru do tříd a určení $X_{obs}$ pro data z kontrolního radaru v obci Grymov [autor] .....	100
Tab. 9.4 Výsledky testu normality $\chi^2$ - kvadrát testem [autor] .....	103
Tab. 9.5 Výsledky testu normality Komogorovovým-Smirnovovým testem [autor] .....	104
Tab. 9.6 Výpočet normality Kolmogorovovým-Smirnovovým testem pro soubor dat z informativní tabule v obci Grymov [autor] .....	104
Tab. 9.7 Výsledky Mann – Whiteyova testu [autor] .....	107
Tab. 10.1 Odhad vzdálenosti změny rychlosti za informativní tabulí v obci Kokory lineární aproximací [autor] .....	113
Tab. 11.1 Vypočtené koeficienty pro jednotlivé rozdíly rychlostí a následnou úpravu vzdálenosti informativní tabule [autor] .....	117
Tab. 11.2 Složení dopravního proudu v obcích Kokory [%][autor] .....	118
Tab. 11.3 Hodnoty brzdného zpomalení pro jednotlivé kategorie vozidel [13] .....	118
Tab. 11.4 Ukázka vypočtených koeficientů pro různé složení dopravního proudu [autor] .....	118
Tab. 11.5 Porovnání upravené odhadnuté vzdálenosti pomocí koeficientu $k_v$ a potřebné vzdálenosti pro snížení rychlosti [autor] .....	120

## Seznam příloh

<b>Příloha č. 1</b>	<b>Ukázka psychologických prvků zklidňování dopravy .....</b>	<b>1</b>
<b>Příloha č. 2</b>	<b>Ukázka fyzických prvků zklidňování dopravy .....</b>	<b>3</b>
<b>Příloha č. 3</b>	<b>Ukázka úpravy křižovatek .....</b>	<b>5</b>
<b>Příloha č. 4</b>	<b>Ukázka opatření k ochraně chodců .....</b>	<b>6</b>
<b>Příloha č. 5</b>	<b>Vozidlem aktivované značky používané ve Velké Británii.....</b>	<b>8</b>
<b>Příloha č. 6</b>	<b>Záznamový arch .....</b>	<b>10</b>
<b>Příloha č. 7</b>	<b>Data informativní tabulí se záznamovým zařízením z ul. 9. května v Přerově</b>	<b>15</b>
<b>Příloha č. 8</b>	<b>Naměřené hodnoty v jednotlivých lokalitách .....</b>	<b>19</b>
<b>Příloha č. 9</b>	<b>Výpočet ověření normality Kolmogorovovým-Smirnovovým testem .</b>	<b>47</b>
<b>Příloha č. 10</b>	<b>Výpočet Mann – Whiteyova testu pro měření v obci Grymov.....</b>	<b>51</b>
<b>Příloha č. 11</b>	<b>Ověření Mann – Whiteova testu softwarem Statgraphics.....</b>	<b>59</b>
<b>Příloha č. 12</b>	<b>Koeficient pro rozdílnou změnu rychlosti <math>k_v</math> .....</b>	<b>72</b>
<b>Příloha č. 13</b>	<b>Koeficient pro všechny kombinace složení dopravního proudu <math>k_p</math> .....</b>	<b>74</b>
<b>Příloha č. 14</b>	<b>Porovnání upravených odhadnutých vzdáleností a vzdálenosti potřebné ke snížení rychlosti .....</b>	<b>76</b>
<b>Příloha č. 15</b>	<b>Názvosloví prvků zklidňování dopravy.....</b>	<b>78</b>
<b>Příloha č. 16</b>	<b>Dopravní značení zastavěné oblasti v Polsku .....</b>	<b>80</b>



## Příloha č. 1 Ukázka psychologických prvků zklidňování dopravy



Zvýrazněná dopravní značka [27]



Figurína policisty [30]



Dopravní značka IP 31a Měření rychlosti [28]



Vodorovná dopravní značka V 18 Optická brzda [29]



Informativní tabule o aktuální rychlosti vozidla [31]



Informativní tabule informující řidiče, zda dodržuje povolenou rychlost [31]

## Příloha č. 2 Ukázka fyzických prvků zklidňování dopravy



Demontovatelný příčný práh [2]



Zvýšený přechod pro chodce [2]



Stavebně zvýšený příčný práh [2]



Zpomalovací polštáře v Anglii [2]





**Zúžení jízdního pruhu [2]**



**Vychýlení jízdního pruhu na jednosměrné silnici v Kanadě (šikana) [2]**

## Příloha č. 3 Ukázka úpravy křižovatek



Miniokružní křižovatka s plně pojezdným středovým ostrůvkem v Praze [2]



Miniokružní křižovatka v Litoměřicích [32]

## Příloha č. 4 Ukázka opatření k ochraně chodců



Funkce bezpečnostního přechodu 3. generace na dvouproudé komunikaci [3]

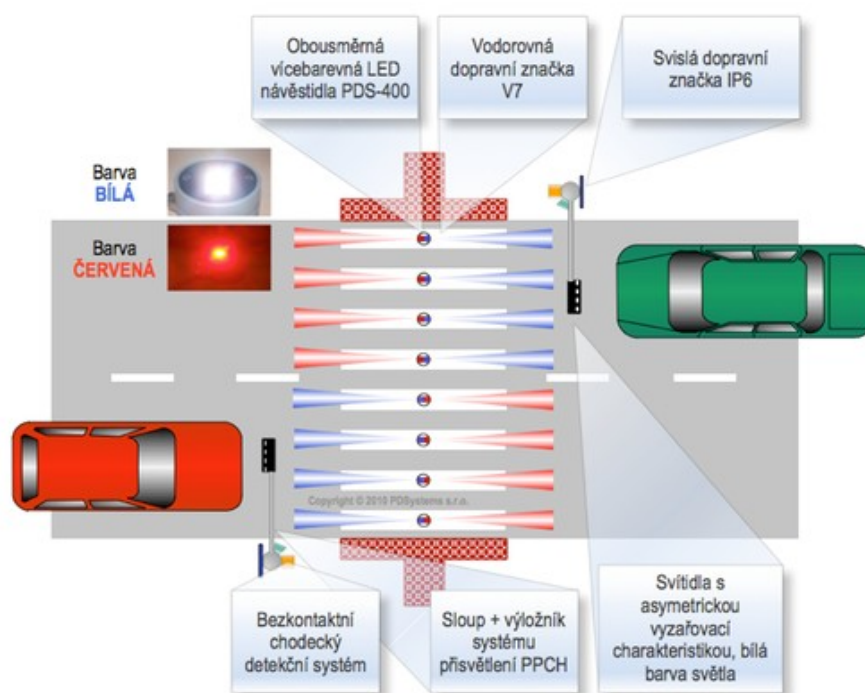


Systém pasivní bezpečnosti u přechodu 3. generace [3]

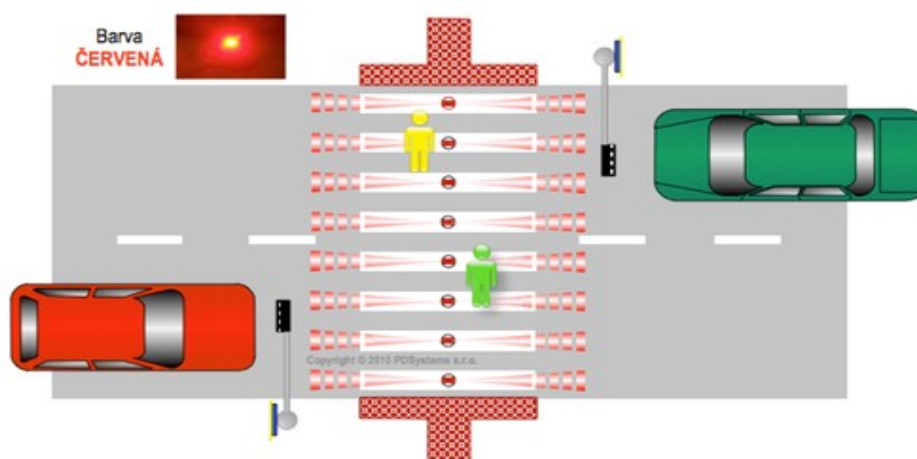


3D zvýraznění přechodu pro chodce [3]





Příklad aktivní bezpečnosti přechodu 3. generace, kdy chodec není přítomen[3]



Příklad aktivní bezpečnosti přechodu 3. generace, kdy je chodec přítomen [3]

## **Příloha č. 5    Vozidlem aktivované značky používané ve Velké Británii**



**Informativní tabule zobrazující upozornění na překročení rychlosti nápisem SLOW DOWN [33]**



**Informativní tabule zobrazující značku maximální povolené rychlosti v Brisley, Norfolk, Velká Británie [7]**





**Informativní tabule zobrazující nápis SLOW DOWN s dopravní značkou při průjezdu automobilu a před průjezdem Norfolk, Velká Británie [7]**

## Příloha č. 6 Záznamový arch

## Dopravní průzkum na ověření účinnosti informativní tabule

**Místo:**

**Popis lokality:**

**Vzdálenost od informativní tabule:**

**Počasí:**

**Datum:**

**Čas měření: od**  **do**

**Číslo sčítacích archů:**

**Číslo fotografií:**

### Poznámky:

**Měření provedl:**

Sčítací formulář č:							
Místo:							1
čas	p.č.	rychlost	kat.aut.	čas	p.č.	rychlost	kat.aut.
	1				23		
	2				24		
	3				25		
	4				26		
	5				27		
	6				28		
	7				29		
	8				30		
	9				31		
	10				32		
	11				33		
	12				34		
	13				35		
	14				36		
	15				37		
	16				38		
	17				39		
	18				40		
	19				41		
	20				42		
	21				43		
	22				44		

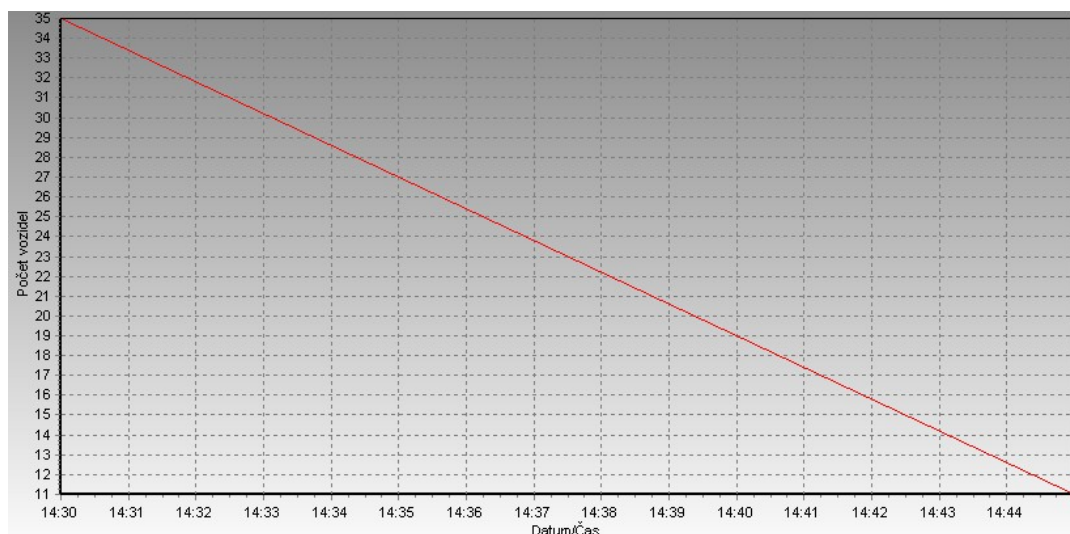
Sčítací formulář č:							
Místo:							2
čas	p.č.	rychlost	kat.aut.	čas	p.č.	rychlost	kat.aut.
	45				67		
	46				68		
	47				69		
	48				70		
	49				71		
	50				72		
	51				73		
	52				74		
	53				75		
	54				76		
	55				77		
	56				78		
	57				79		
	58				80		
	59				81		
	60				82		
	61				83		
	62				84		
	63				85		
	64				86		
	65				87		
	66				88		

Sčítací formulář č:							
Místo:							3
čas	p.č.	rychlost	kat.aut.	čas	p.č.	rychlost	kat.aut.
	89				111		
	90				112		
	91				113		
	92				114		
	93				115		
	94				116		
	95				117		
	96				118		
	97				119		
	98				120		
	99				121		
	100				122		
	101				123		
	102				124		
	103				125		
	104				126		
	105				127		
	106				128		
	107				129		
	108				130		
	109				131		
	110				132		

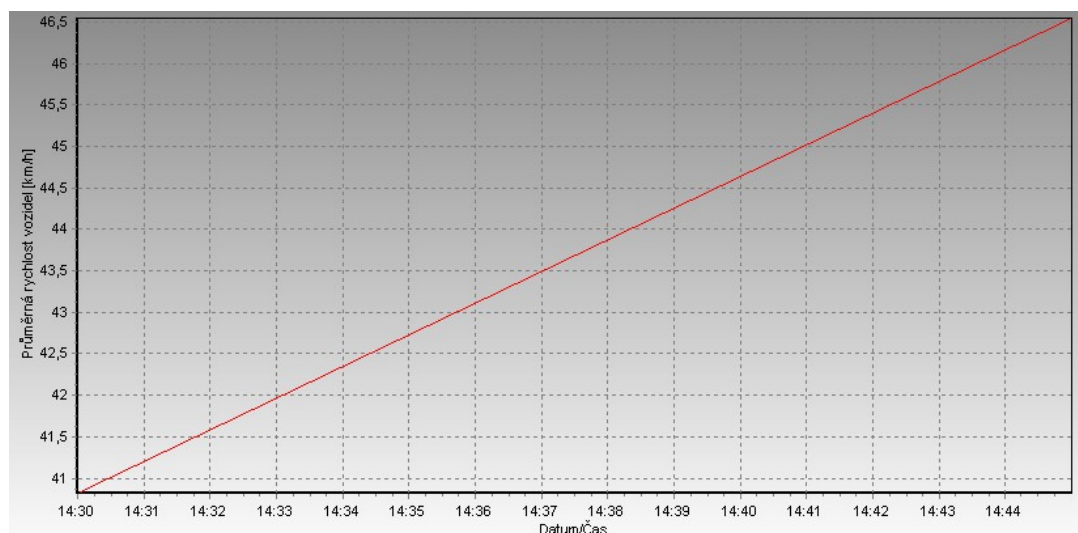
Sčítací formulář č:							
Místo:							4
čas	p.č.	rychlost	kat.aut.	čas	p.č.	rychlost	kat.aut.
	133						
	134						
	135						
	136						
	137						
	138						
	139						
	140						
	141						
	142						
	143						
	144						
	145						
	146						
	147						
	148						
	149						
	150						
	151						
	152						
	153						
	154						

## Příloha č. 7 Data informativní tabulí se záznamovým zařízením z ul. 9. května v Přerově

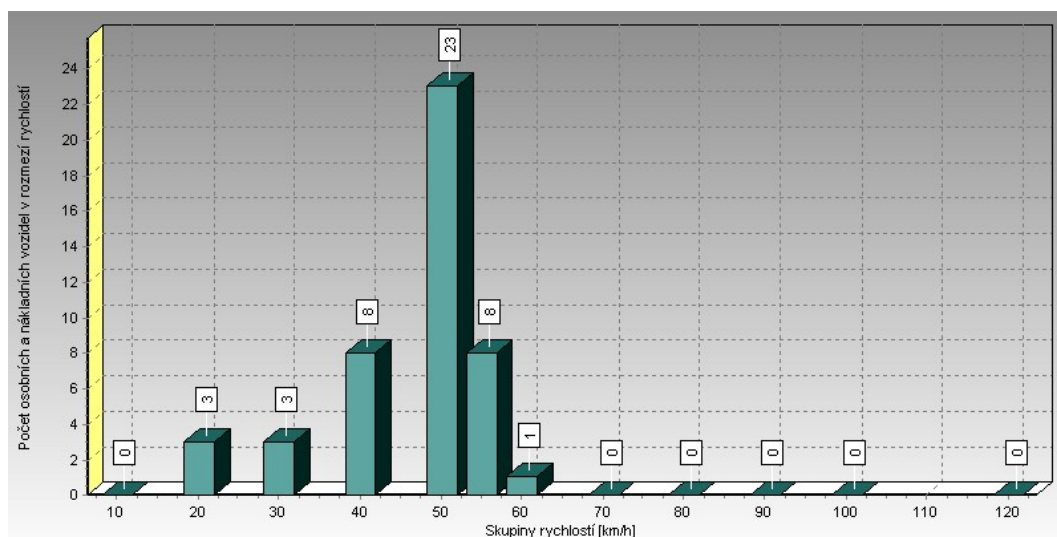
Uvedená data jsou ukázkou výsledků z informativních tabulí se zaznamenáváním a zpracováním dat, které se používají v městě Přerov. Pro ukázkou byla vybrána data z měření na informativní tabuli umístěné na ulici 9. května při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule v čase od 14:30 do 14:52 a ve vzdálenosti 150 metrů v čase od 15:57 do 16:28.



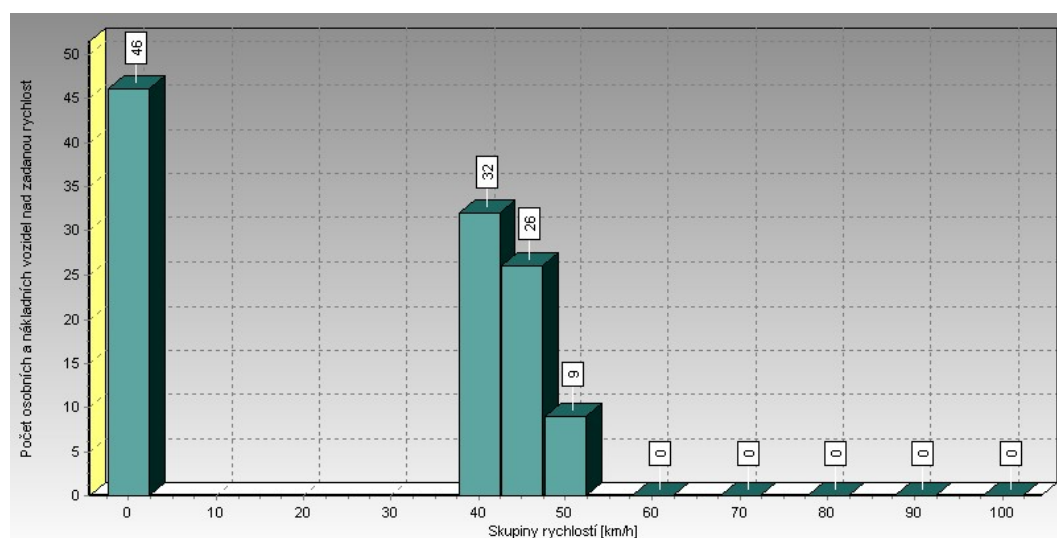
Počet osobních a nákladních automobilů za periodu 15 minut změřených informativní tabulí při ověřování rychlosti v 50 metrové vzdálenosti v časovém rozhraní od 14:30 do 14:52 [37]



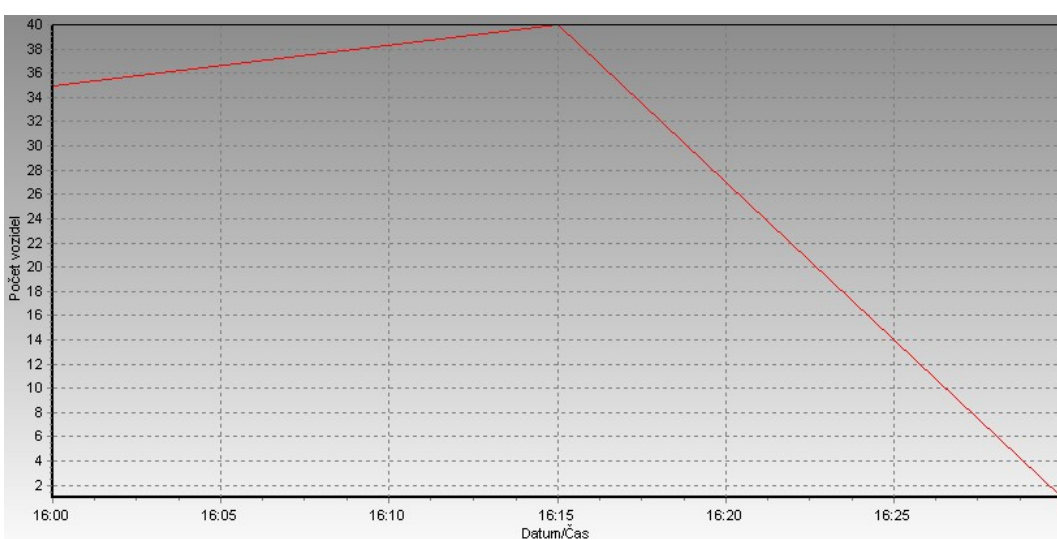
Průměrná rychlost osobních a nákladních automobilů za periodu 15 minut změřených informativní tabulí při ověřování rychlosti v 50 metrové vzdálenosti v časovém rozhraní od 14:30 do 14:52 [37]



Kategorie rychlostí osobních a nákladních automobilů v rozmezí rychlostí změřených informativní tabulí při ověřování rychlosti v 50 metrové vzdálenosti v časovém rozhraní od 14:30 do 14:52 [37]

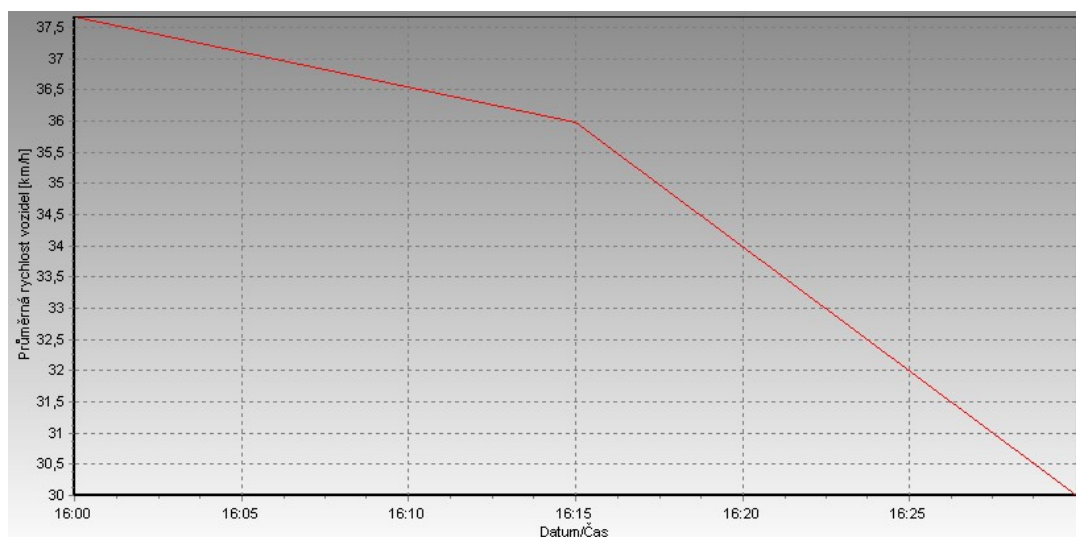


Kategorie rychlostí osobních a nákladních automobilů nad zadanou rychlost 40 km/h změřených informativní tabulí při ověřování rychlosti v 50 metrové vzdálenosti v časovém rozhraní od 14:30 do 14:52 [37]

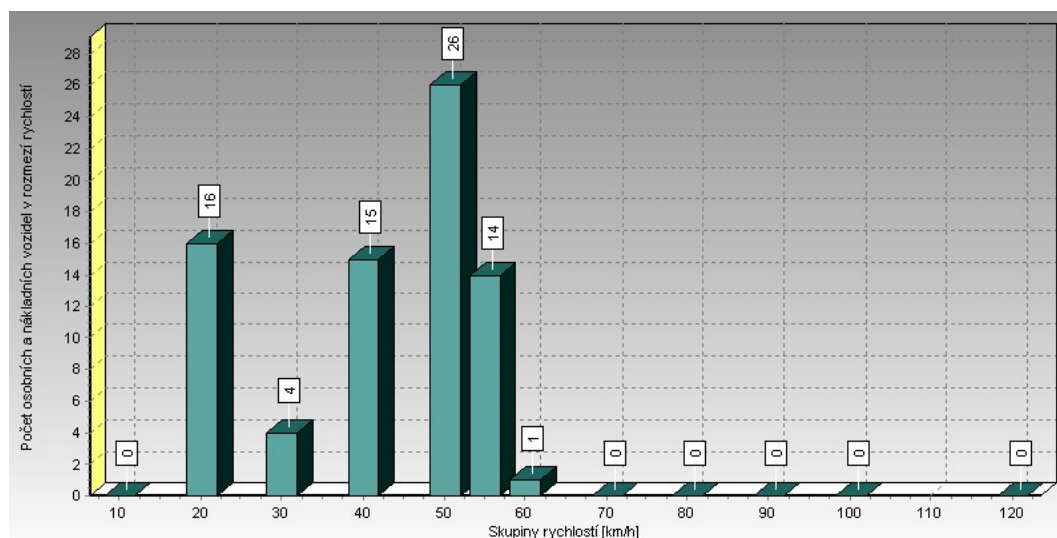


Počet osobních a nákladních automobilů za periodu 15 minut změřených informativní tabulí při ověřování rychlosti ve 150 metrové vzdálenosti v časovém rozhraní od 15:57 do 16:28 [37]

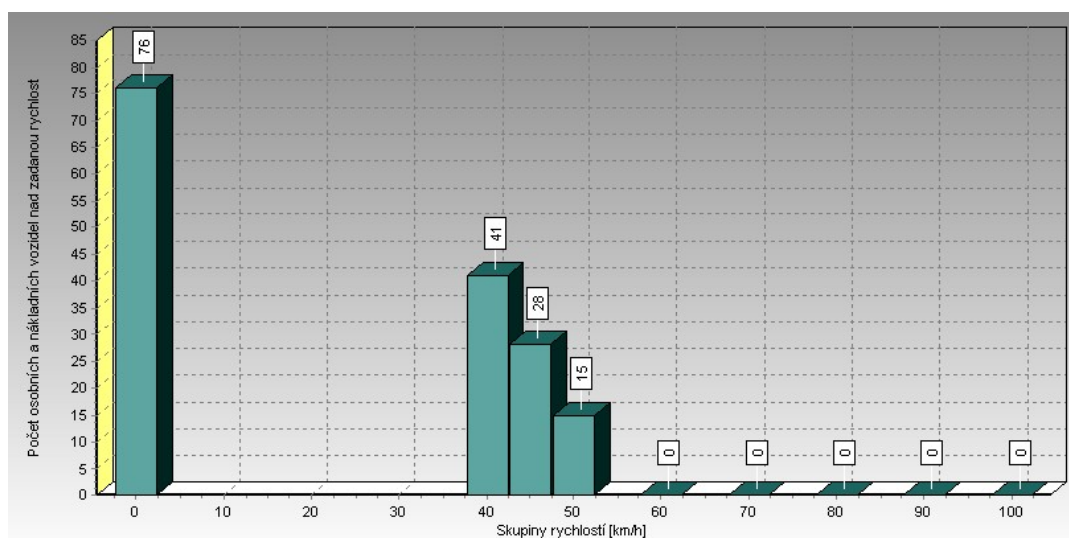




**Průměrná rychlost osobních a nákladních automobilů za období 15 minut změřených informativní tabulí při ověřování rychlosti ve 150 metrové vzdálenosti v časovém rozhraní od 15:57 do 16:28 [37]**



**Kategorie rychlostí osobních a nákladních automobilů v rozmezí rychlosti změřených informativní tabulí při ověřování rychlosti ve 150 metrové vzdálenosti v časovém rozhraní od 15:57 do 16:28 [37]**



**Kategorie rychlostí osobních a nákladních automobilů nad zadanou rychlost 40 km/h změřených informativní tabulí při ověřování rychlosti v 50 metrové vzdálenosti v časovém rozhraní od 14:30 do 14:52 [37]**

Pro porovnání výsledků z informativní tabule jsou přiloženy některé výsledky z měření kontrolním radarem.

Výsledky z kontrolního radaru v 50 metrové vzdálenosti od informativní tabule [autor]

Kontrolní radar v 50 metrové vzdálenosti	
<b>Průměrná rychlost [km·h<sup>-1</sup>]</b>	45,62
<b>Minimální rychlost [km·h<sup>-1</sup>]</b>	20
<b>Maximální rychlost [km·h<sup>-1</sup>]</b>	63
<b>Počet automobilů [-]</b>	152

Výsledky z kontrolního radaru ve 150 metrové vzdálenosti od informativní tabule [autor]

Kontrolní radar ve 150 metrové vzdálenosti	
<b>Průměrná rychlost [km·h<sup>-1</sup>]</b>	45,24
<b>Minimální rychlost [km·h<sup>-1</sup>]</b>	11
<b>Maximální rychlost [km·h<sup>-1</sup>]</b>	63
<b>Počet automobilů [-]</b>	153

Porovnáním naměřených dat z informativní tabule a z kontrolního radaru je jednoznačné, že data naměřená informativní tabulí jsou nepřesná a pro použití v disertační práci nepoužitelná. Zobrazování průměrných rychlostí pouze v 15 minutových intervalech je pro ověřování účinnosti informativní tabule nevhodné. Ověření rychlostí je v tomto případě použitelné v případě dlouhodobého měření v nejmenší časové době 24 hodin, ve které se automaticky stahují data z informativních tabulí.

Ovšem velkou nepřesností je počet vozidel změřených informativní tabulí. K dispozici je několik údajů o počtu vozidel v časových rozmezích, ve kterých se měření provádělo. Počet vozidel se mezi jednotlivými údaji liší. Výrazný rozdíl jsou údaje o počtu vozidel změřených kontrolním radarem a informativní tabulí. Změřený rozdíl je i o polovinu menší na informativní tabuli než na kontrolním radaru. Jelikož jsou data z kontrolního radaru a informativní tabule velmi rozdílná a data o počtu vozidel změřená informativní tabulí se liší, lze považovat data z informativní tabule za nepřesná a nepoužitelná k jakémukoliv výzkumu.

## Příloha č. 8 Naměřené hodnoty v jednotlivých lokalitách

### Obec Grymov

Naměřené hodnoty rychlosti v obci Grymov na informativní tabuli [autor]

Grymov 150 m							
Informativní tabule							
Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [ km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [ km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
1	9:38	42	M1	35		41	M1
2		40	M3	36		39	N2
3		60	M1	37	9:53	42	M1
4		40	M1	38		37	M1
5		40	M1	39		44	M1
6		40	M1	40		41	M3
7		42	N3	41		36	M1
8		43	M1	42		40	M1
9		44	M1	43		38	N3+O
10		37	M1	44		50	M1
11		55	M1	45		42	M1
12		44	M1	46		40	N3
13		52	M1	47		42	M1
14	9:43	47	M1	48		41	M1
15		41	N3	49		41	M1
16		55	M1	50		38	M1
17		51	M1	51		36	M1
18		46	M1	52		39	M1
19		38	M1	53		50	M1
20		31	M1	54		45	M1
21		32	M1	55	9:58	56	M1
22		44	M1	56		54	M1
23		54	N3	57		50	M1
24		50	M1	58		49	M1
25		40	M1	59		47	M1
26		51	M1	60		42	M1
27		49	M1	61		52	M1
28		54	M1	62		50	M1
29	9:48	40	M1	63	10:03	40	M1
30		44	M1	64		47	M1
31		44	M1	65		40	M1
32		37	M1	66		42	M1
33		38	M1	67		42	M1
34		40	M1	68		36	N3

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [ km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [ km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
69		60	M1	108		35	N3+O
70		43	N3+O	109		38	N3+O
71		40	M1	110		58	M1
72		41	M1	111	10:28	42	M1
73		39	N3+O	112		41	M1
74	10:08	39	M1	113		38	M1
75		32	M1	114		39	M1
76		41	M1	115		40	M1
77		36	M1	116		42	M1
78		37	M1	117		45	M1
79		55	M1	118		48	M1
80		44	N3+O	119		43	M1
81		40	M1	120		43	M1
82		42	M1	121		38	M1
83		37	M1	122		42	M1
84		41	M1	123	10:33	39	N2
85		42	M1	124		37	N3
86	10:13	49	M1	125		36	M1
87		41	M1	126		38	N3
88		42	M1	127		42	M1
89		51	M1	128		46	M1
90		42	M1	129		42	M1
91		45	M1	130		38	M1
92		36	M1	131		40	M1
93		38	M1	132		40	N2
94		45	M1	133		55	N3
95	10:18	35	M1	134	10:38	40	M1
96		37	M1	135		36	M1
97		37	N3+O	136		40	N3
98		36	M1	137		60	M1
99		40	M1	138		39	M1
100		38	N3	139		50	M1
101		46	M1	140		34	M3
102	10:23	48	M1	141		44	M1
103		63	M1	142		43	N3
104		42	N3+O	143		40	M1
105		38	M1	144		45	M1
106		33	N3+O	145		43	M1
107		34	N3				

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
146		37	N3
147		42	M1
148		38	M1
149		47	M1
150		40	M1
151		51	M1
152		43	M1
153		45	N3
154		34	N3
155		46	N3+O
156		32	M1
157	10:43	35	M1
158		48	M1
159		46	M1
160		42	M1
161		48	M1
162	10:48	36	M1
163		50	M1
164		40	M1
165		57	M1
166		40	M1
167	10:53	48	N3+O
168		40	N3+O
169		38	N3+O
170		51	M1
171		32	M1
	10:56		

## Naměřené hodnoty rychlosti v obci Grymov kontrolním radarem [autor]

Grymov 150 m							
Kontrolní radar							
Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
1	9:38	32	M1	35		37	M1
2		31	M3	36		40	M1
3		40	M1	37		39	N2
4		37	M1	38	9:53	40	M1
5		40	M1	39		35	M1
6		35	M1	40		36	M1
7		41	N3	41		39	M1
8		39	M1	42		39	M3
9		35	M1	43		34	M1
10		39	M1	44		42	M1
11		35	M1	45		42	N3+O
12		42	M1	46		39	N3
13	9:43	44	M1	47		43	M1
14		45	M1	48		44	M1
15		42	N3	49		46	M1
16		44	M1	50		40	M1
17		45	M1	51		39	M1
18		37	M1	52	9:58	38	M1
19		33	M1	53		39	M1
20		36	M1	54		39	M1
21		38	M1	55		41	M1
22		38	M1	56		46	M1
23		44	N3	57		48	M1
24		44	M1	58		35	M1
25		44	M1	59		39	M1
26		43	M1	60		51	M1
27		45	M1	61		43	M1
28		42	M1	62		42	M1
29	9:48	45	M1	63	10:03	44	M1
30		40	M1	64		34	M1
31		39	M1	65		35	M1
32		38	M1	66		48	M1
33		37	M1	67		43	M1
34		35	M1	68		36	N3

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
69		42	M1	108		47	M1
70		42	M1	109		44	M1
71		50	M1	110	10:28	40	M1
72		39	M1	111		36	N3+O
73		42	N3+O	112		27	M1
74		38	M1	113		31	N3+O
75		37	M1	114		31	N3+O
76		39	N3+O	115		28	M1
77	10:08	37	M1	116		37	M1
78		38	M1	117		33	M1
79		38	M1	118		34	M1
80		38	M1	119		55	M1
81		41	M1	120		42	M1
82		39	M1	121		43	M1
83		35	N3+O	122		39	M1
84		36	M1	123	10:33	38	M1
85		45	M1	124		37	M1
86		38	M1	125		40	M1
87		34	M1	126		40	M1
88		41	M1	127		43	M1
89		38	M1	128		45	M1
90	10:13	34	M1	129		38	M1
91		33	M1	130		42	M1
92		41	M1	131		34	M1
93		40	M1	132		44	M1
94		38	M1	133		40	N2
95		43	M1	134		36	N3
96	10:18	39	M1	135		41	M1
97		51	M1	136	10:38	36	N3
98		41	M1	137		37	M1
99		40	M1	138		39	M1
100		37	M1	139		44	M1
101	10:23	35	M1	140		37	M1
102		38	N3	141		38	M1
103		37	M1	142		42	M1
104		36	N3+O	143		39	N3
105		36	N3+O	144		34	M1
106		38	M1	145		37	M1
107		36	N3	146		35	N3

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
147		35	M1
148		32	M1
149		60	M1
150		34	M1
151		36	M3
152		34	M1
153		35	M1
154		34	N3
155		37	M1
156		36	M1
157	10:43	34	M1
158		32	N3+O
159		41	M1
160		42	M1
161		40	M1
162	10:48	39	M1
163		38	M1
164		49	N3
165		41	M1
166		41	M1
167	10:53	38	N3+O
168		39	M1
169		36	N3+O
170		31	N3+O
171		40	M1
	10:56		



## Obec Kokory

Naměřené hodnoty rychlosti v obci Kokory na informativní tabuli při kontrolním měření na vzdálenost 50 metrů [autor]

Kokory 50 m							
Informativní tabule							
Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
1	9:48	40	M1	35		40	M1
2		41	M1	36		42	M1
3		39	N3+O	37		47	M1
4		33	M1	38		50	M1
5		45	M1	39		60	M1
6		33	M1	40		59	M1
7		53	M1	41		52	M1
8		53	M1	42		56	M1
9		48	N3+O	43		57	M1
10		38	M1	44		47	N3
11		36	M1	45		34	M1
12		48	M1	46		51	M1
13		44	M1	47	9:58	44	M1
14		42	M1	48		49	M1
15		39	M1	49		48	M1
16		41	M1	50		49	M1
17		34	M1	51		34	M1
18	9:53	42	M1	52		47	N3
19		40	M1	53		49	N3+O
20		44	N3+O	54		50	N3
21		51	M1	55		48	M1
22		40	N3+O	56		41	M1
23		39	N3	57		42	M1
24		42	M1	58		39	M1
25		51	M1	59		40	M1
26		51	M1	60		39	M1
27		46	M1	61		50	N3+O
28		47	M1	62		48	M1
29		48	N3+O	63		40	N3+O
30		45	M1	64		43	M1
31		67	M1	65		44	M1
32		49	N3	66		44	M1
33		54	M1	67		45	M1
34		42	N3+O	68		45	M1

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
69		46	M1	107		46	M1
70		40	M1	108		49	M1
71		46	M1	109		49	M1
72		49	M1	110		61	M1
73		51	N3	111		50	M1
74		47	M1	112		48	N3+O
75		53	N3+O	113		48	M1
76	10:03	46	M1	114		49	M1
77		49	M1	115		50	M1
78		41	M1	116		47	M1
79		49	M1	117		52	M1
80		36	M1	118		59	M1
81		48	M1	119		49	M1
82		50	N3+O	120		58	M1
83		42	N3+O	121		47	N3
84		49	M1	122		52	M1
85		50	M1	123	10:13	50	M1
86		48	M1	124		49	M1
87		44	N3	125		48	M1
88		44	M1	126		48	M1
89		45	N3+O	127		44	M1
90		45	M1	128		47	M1
91		47	M1	129		50	M1
92		45	N2	130		47	M1
93		46	N3	131		43	M1
94		45	M1	132		40	N3+O
95	10:08	39	M1	133		30	T+O
96		46	N3	134		53	M1
97		42	M1	135		43	M1
98		53	M1	136		60	M1
99		51	M1	137		47	M1
100		46	M1	138		48	M1
101		42	M1	139	10:18	49	M1
102		48	M1	140		33	M1
103		48	M1	141		46	M1
104		48	M1	142		47	M1
105		49	M1	143		44	N3+O
106		49	M1	144		47	M1

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
145		44	M1
146		43	M1
147		43	N3
148		45	M1
149		44	M1
150		61	M1
151		51	M1
152		47	M1
	10:22		

Naměřené hodnoty rychlosti v obci Kokory kontrolním radarem při kontrolním měření na vzdálenost 50 metrů [autor]

Kokory 50 m							
Kontrolní radar							
Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
1	9:48	50	M1	39		49	M1
2		49	N3+O	40		44	M1
3		44	M1	41		46	M1
4		42	M1	42		51	M1
5		35	M1	43		49	M1
6		37	M1	44		50	N3
7		40	M1	45	9:58	45	M1
8		43	M1	46		48	M1
9		46	N3+O	47		39	M1
10		39	M1	48		40	M1
11		40	M1	49		57	M1
12		39	M1	50		44	M1
13		40	M1	51		38	M1
14		37	M1	52		50	N3
15		39	M1	53		46	N3+O
16	9:53	44	M1	54		44	N3
17		45	M1	55		47	M1
18		55	M1	56		46	M1
19		51	M1	57		48	M1
20		52	M1	58		47	N3+O
21		48	N3+O	59		46	N3+O
22		41	M1	60		43	M1
23	9:55	41	N3+O	61		46	M1
24		42	M1	62		49	M1
25		49	M1	63		43	M1
26		50	M1	64	10:01	34	M1
27		47	M1	65		44	M1
28		48	M1	66		45	M1
29		44	N3+O	67		35	M1
30		43	M1	68		38	M1
31		49	N3	69		42	M1
32		50	M1	70		48	M1
33		46	M1	71		48	N3
34		46	M1	72	10:03	46	M1
35		51	M1	73		39	M1
36		47	N3+O	74		40	M1
37		47	M1	75		47	N3+O
38		51	M1	76		49	M1

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
77		49	M1	115		46	M1
78		46	N3+O	116		52	M1
79		42	M1	117		42	M1
80		48	N3+O	118		54	M1
81		47	M1	119		50	M1
82		51	M1	120		50	N3
83		45	M1	121		50	N3
84	10:06	46	M1	122	10:13	49	M1
85		51	M1	123		47	M1
86		47	M1	124		49	M1
87		44	M1	125		43	N3
88	10:07	47	M1	126		47	M1
89		44	M1	127		47	M1
90		46	N3+O	128		50	M1
91		45	M1	129		48	M1
92		48	N2	130		49	M1
93	10:08	60	M1	131		48	M1
94		48	N3	132	10:16	46	N3+O
95		49	M1	133		29	T+O
96		44	M1	134		44	M1
97		44	N3	135		51	M1
98		54	M1	136		50	M1
99		57	M1	137		49	M1
100		45	M1	138	10:18	48	M1
101		47	M1	139		54	M1
102		54	M1	140		45	M1
103		50	M1	141		52	M1
104		49	M1	142		37	M1
105		46	M1	143		44	N3+O
106		45	M1	144		45	M1
107		39	M1	145		55	M1
108		49	M1	146		45	N3
109		48	M1	147		39	M1
110		51	M1	148		50	M1
111		46	M1	149		46	M1
112	10:11	48	N3+O	150		49	M1
113		46	M1		10:22		
114		42	M1				

Naměřené hodnoty rychlosti v obci Kokory na informativní tabuli při kontrolním měření na vzdálenost 150 metrů [autor]

Kokory 150 m							
Informativní tabule							
Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
1	9:11	52	M1	35		36	M1
2		49	N3	36		36	M1
3		44	M1	37		34	M1
4		52	N3	38		36	M1
5		57	M1	39		34	M1
6		52	M1	40	9:21	56	M1
7		51	M1	41		55	M1
8		47	M1	42		61	M1
9		54	M3	43		42	M1
10		45	M1	44		48	M1
11		42	M1	45		54	M1
12		43	M1	46		45	M1
13		50	M1	47		46	M1
14		36	M1	48		48	N3
15	9:16	51	M1	49		43	M1
16		48	M1	50		51	M1
17		56	M1	51		43	M1
18		44	M1	52		40	M1
19		48	M1	53		36	M1
20		43	M1	54		52	N2
21		45	M1	55		48	M1
22		45	M1	56		50	M1
23		50	M1	57		52	M1
24		49	M1	58		53	M1
25	9:19	38	M1	59		57	N3
26		44	M1	60		56	M1
27		43	M1	61		50	N3
28		42	M1	62		56	M1
29		46	N3	63		46	M1
30		50	M1	64		45	M1
31		41	M1	65		50	M1
32		39	M1	66		60	M1
33		40	M1	67		62	M1
34		37	M1	68		43	M1

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
69		50	M1	108	9:31	38	N3
70	9:26	48	M1	109		42	M1
71		73	M1	110		61	M1
72		50	M1	111		57	M1
73		42	M1	112		62	M1
74		63	M1	113		69	M1
75		54	M1	114		64	M1
76		38	M1	115		56	N3+O
77	9:27	60	M1	116		57	M1
78		51	M1	117		56	M1
79		50	N3+O	118		50	M1
80		48	N3+O	119		55	M1
81		44	M1	120		43	M1
82		50	M1	121		48	M1
83		46	N3	122		53	M1
84		59	M1	123		57	N2
85		51	N3+O	124		68	M1
86		51	M1	125		50	M1
87		43	M1	126		48	M1
88		37	M1	127	9:35	40	M1
89		44	N2	128		39	T+O
90	9:30	55	M1	129	9:36	34	M1
91		57	M1	130		39	M1
92		37	M1	131		40	M1
93		61	M1	132		39	M1
94		48	M1	133		41	M1
95		45	M1	134		50	N3
96	9:31	54	M1	135		47	M1
97		53	M1	136		47	M1
98		45	M1	137		45	M1
99		51	M1	138		49	M1
100		50	N3+O	139		51	M1
101		55	M1	140		40	M1
102		53	N3	141		40	M1
103		47	M1	142		43	M1
104		42	M1	143		41	M1
105		41	M1	144	9:41	44	M1
106		48	M1	145		51	M1
107		37	M1	146		55	M1

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
147		41	M1
148		35	M1
149		46	M1
150		45	N3+O
151		47	N2
152		50	M1
153		43	M1
154		48	N3+O
155		48	M1
	9:44		



Naměřené hodnoty rychlosti v obci Kokory kontrolním radarem při kontrolním měření na vzdálenost 150 metrů [autor]

Kokory 150 m							
Kontrolní radar							
Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
1	9:11	49	M1	39	9:21	38	M1
2		45	N3	40		40	M1
3		45	M1	41		39	M1
4		51	N3	42		51	M1
5		54	M1	43		57	M1
6		52	M1	44		50	M1
7		53	M1	45		41	M1
8		48	M1	46	9:22	38	M1
9		43	M3	47		37	M1
10		42	M1	48		44	N3
11		43	M1	49		41	M1
12		42	M1	50		39	M1
13		42	M1	51		48	M1
14	9:16	41	M1	52		41	M1
15		39	M1	53		42	M1
16		33	M1	54		50	N2
17		32	M1	55		51	M1
18		37	M1	56		50	M1
19		34	M1	57		46	M1
20		52	M1	58		44	M1
21		47	M1	59		48	M1
22		48	M1	60		50	N3
23		53	M1	61		45	M1
24		49	M1	62		47	N3
25		45	M1	63		43	M1
26	9:19	36	M1	64		49	M1
27		44	M1	65		48	M1
28		42	M1	66		47	M1
29		48	N3	67		36	M1
30		40	M1	68		52	M1
31		46	M1	69		43	M1
32		41	M1	70	9:26	49	M1
33		37	M1	71		47	M1
34		36	M1	72		46	M1
35		41	M1	73		49	M1
36		38	N3	74		48	M1
37		40	M1	75		52	M1
38		40	M1	76		51	M1

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
77	9:27	52	M1	116		49	M1
78		52	M1	117		52	M1
79		35	N3+O	118		48	M1
80		35	N3+O	119		58	M1
81		37	M1	120		52	M1
82		36	M1	121		46	M1
83		39	M1	122		42	M1
84		39	M1	123		42	M1
85		51	M1	124		42	M1
86		52	M1	125		44	M1
87		47	N3+O	126		43	M1
88		52	M1	127	9:35	50	M1
89	9:30	49	N2	128		21	T+O
90		52	M1	129	9:36	47	M1
91		43	M1	130		47	M1
92		46	M1	131		46	M1
93		40	M1	132		47	M1
94		43	M1	133	9:38	44	M1
95		50	M1	134		40	M1
96	9:31	52	M1	135		43	M1
97		53	M1	136		45	M1
98		51	M1	137		47	M1
99		53	M1	138		49	M1
100		48	N3+O	139		46	M1
101		48	M1	140		49	M1
102		49	M1	141		39	M1
103		30	M1	142		38	M1
104		37	M1	143	9:41	30	N2
105		47	M1	144		46	M1
106		52	M1	145		47	M1
107		49	M1	146		46	M1
108		55	N2	147		43	M1
109		50	N3	148		42	M1
110		49	M1	149		42	M1
111		47	M1	150		46	N3+O
112		43	M1	151		49	N2
113		42	M1	152		44	M1
114		44	N3+O	153		44	M1
115		47	M1	154		42	N3+O
					9:44		

## Obec Prosenice

Naměřené hodnoty rychlosti v obci Prosenice na informativní [autor]

Prosenice 150 m							
Informativní tabule							
Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidla [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidla [-]
1	11:48	37	M1	35	12:33	58	M1
2		51	M1	36		39	M1
3	11:53	37	M1	37	12:38	31	M1
4		38	M1	38		48	M1
5		33	M1	39		41	M1
6		48	M1	40		45	M1
7	11:58	40	M1	41	12:43	43	M1
8		45	M1	42		46	M1
9		48	M1	43		31	M1
10		45	M1	44		30	M1
11	12:01	25	M1	45		40	M1
12		50	M1	46	12:48	36	M1
13		54	M1	47		41	M1
14	12:03	47	M1	48		47	M1
15		45	M1	49		46	M1
16		52	M1	50		41	N3
17		54	M1	51		40	M1
18		48	M1	52		47	M1
19		44	M1	53	12:53	44	M1
20		32	M1	54		50	M1
21		12	T+O	55		44	M1
22	12:08	47	M1	56		39	M1
23		39	M1	57		40	M1
24		46	M1	58		43	M1
25		49	M1	59		45	M1
26	12:13	45	M1	60	12:58	42	M1
27		36	M1	61		46	M1
28	12:18	60	M1	62		41	M1
29		41	M1	63		44	M1
30		41	M1	64	13:03	38	M1
31	12:23	48	M1	65		41	M1
32		54	M1	66		45	M1
33	12:28	38	M1	67		29	M1
34		39	M1	68		45	M1

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidla [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidla [-]
69		42	M1	111		37	M1
70		39	N2	112		59	M1
71		40	M1	113		31	M1
72	13:08	56	M1	114		37	M1
73		48	M1	115	13:53	38	M1
74		46	M1	116		42	M1
75		49	M1	117		33	M1
76		45	M1	118		48	M1
77	13:13	31	M1	119		41	M1
78		45	M1	120		42	M1
79		60	M1	121	13:58	31	M1
80		48	M1	122		51	M1
81		43	M1	123		39	M1
82	13:18	44	M1	124		48	M1
83		40	M1	125		41	M1
84		48	M1	126		38	N3
85		32	M1	127	14:03	41	M1
86		45	M1	128		46	M1
87	13:23	54	M1	129		47	M1
88		54	M1	130		39	M1
89		45	M1	131		44	M1
90		47	M1	132		36	M1
91		46	M1	133	14:08	47	M1
92		48	M1	134		44	M1
93		25	M1	135		41	M1
94	13:28	45	M1	136		37	M1
95		52	M1	137		46	M1
96		11	T+O	138	14:13	42	M1
97		33	M1	139		40	M1
98		45	M1	140		48	M1
99	13:33	48	M1	141		44	M1
100		41	M1	142		41	M1
101		54	M1	143	14:18	38	M1
102	13:38	38	M1	144		51	M1
103		44	M1	145		42	M1
104		48	M1	146		33	M1
105		50	M1	147		59	M1
106	13:43	46	N3	148	14:23	41	M1
107		57	M1	149		45	M1
108		37	M1	150		42	M1
109		45	M1		14:25		
110	13:48	39	M1				

## Naměřené hodnoty rychlosti v obci Prosenice kontrolním radarem [autor]

Prosenice 150 m							
Kontrolní radar							
Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidla [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidla [-]
1	11:48	40	M1	39		42	M1
2		48	M1	40		46	M1
3	11:53	41	M1	41	12:43	43	M1
4		47	M1	42		39	M1
5		36	M1	43		46	M1
6		40	M1	44		40	M1
7	11:58	45	M1	45		40	M1
8		46	M1	46		41	M1
9		50	M1	47	12:48	40	M1
10		53	M1	48		49	M1
11		28	M1	49		64	M1
12		50	M1	50		42	N3
13		53	M1	51		48	M1
14	12:03	47	M1	52		50	M1
15		30	M1	53		49	M1
16		46	M1	54	12:53	48	M1
17		54	M1	55		45	M1
18		49	M1	56		40	M1
19		40	M1	57		40	M1
20		29	M1	58		46	M1
21		12	T	59		48	M1
22		42	M1	60		44	M1
23	12:08	44	M1	61	12:58	44	M1
24		57	M1	62		50	M1
25		47	M1	63		46	M1
26		52	M1	64		46	M1
27	12:13	46	M1	65	13:03	40	M1
28		65	M1	66		41	M1
29	12:18	46	M1	67		42	M1
30		48	M1	68		35	M1
31		45	M1	69		41	M1
32	12:23	49	M1	70		40	N2
33		45	M1	71		40	M1
34	12:28	49	M1	72	13:08	58	M1
35		58	M1	73		51	M1
36	12:33	38	M1	74		47	M1
37		29	M1	75		48	M1
38	12:38	52	M1	76		47	M1

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidla [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidla [-]
77	13:13	45	M1	116	13:53	48	M1
78		46	M1	117		36	M1
79		62	M1	118		47	M1
80		48	M1	119		48	M1
81	13:18	45	M1	120		45	M1
82		40	M1	121	13:58	46	M1
83		45	M1	122		48	M1
84		50	M1	123		43	M1
85		29	M1	124		45	M1
86	13:23	46	M1	125		43	M1
87		54	M1	126		47	N3
88		53	M1	127	14:03	42	M1
89		53	M1	128		46	M1
90		47	M1	129		38	M1
91		48	M1	130		40	M1
92		49	M1	131		42	M1
93		28	M1	132		45	M1
94		30	M1	133	14:08	48	M1
95	13:28	46	M1	134		45	M1
96		12	T+O	135		48	M1
97		31	M1	136		44	M1
98		52	M1	137		63	M1
99		40	M1	138		46	M1
100	13:33	47	M1	139	14:13	48	M1
101		49	M1	140		50	M1
102		45	M1	141		49	M1
103	13:38	44	M1	142		43	M1
104		52	M1	143		43	M1
105		50	M1	144	14:18	51	M1
106		39	N3	145		44	M1
107	13:43	48	M1	146		38	M1
108		40	M1	147		61	M1
109		55	M1	148		44	M1
110		40	M1	149	14:23	43	M1
111	13:48	46	M1	150		42	M1
112		64	M1		14:25		
113		39	M1				
114		41	M1				
115		50	M1				

## Ulice Želatovská v Přerově

Naměřené hodnoty rychlosti na ulici Želatovská v Přerově informativní tabulí při kontrolním měření na vzdálenost 50 metrů [autor]

Želatovská, Přerov 50 m							
Informativní tabule							
Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
1	8:14	46	M1	35		44	M1
2		71	M1	36		45	M1
3		64	M1	37		50	N3
4		43	M1	38		43	M1
5		48	N3	39		39	M1
6		49	M1	40		63	M1
7		63	M1	41		48	M1
8		48	M1	42		57	M1
9		48	M1	43		46	M1
10		49	M1	44		44	M1
11		47	M1	45	8:29	43	M1
12		50	M1	46		45	M3
13		49	M1	47		45	N3
14		60	M1	48		49	M1
15		48	N3	49		47	M1
16	8:19	49	M1	50		49	M1
17		43	M1	51		44	N3
18		54	M1	52		54	M1
19		44	M1	53		41	M1
20		48	M1	54		42	M1
21		50	N3	55		49	M1
22		64	M1	56		48	M1
23		41	M1	57		40	M1
24		44	M1	58		46	M1
25		55	M1	59		45	N3+O
26		45	M1	60	8:34	42	M1
27		49	M1	61		52	N3+O
28		44	M1	62		47	M1
29		39	M1	63		51	M1
30	8:24	45	M1	64		45	M1
31		47	M1	65		46	M1
32		58	N3	66		44	M1
33		50	M1	67		52	M1
34		55	M1	68		44	M1

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
69		47	M1	111		57	M1
70		68	M1	112		42	M1
71		46	N3	113		45	M1
72		42	M1	114		44	M1
73	8:39	53	M1	115		45	M1
74		43	M1	116		48	N3
75		44	M1	117	8:54	43	M1
76		48	M1	118		56	M1
77		52	M1	119		42	M1
78		47	M1	120		47	M1
79		41	M1	121		43	M1
80		44	M1	122		45	M1
81		55	M1	123		41	M1
82		46	M1	124		45	M1
83		45	N3	125		58	M1
84		42	M1	126		42	M3
85		48	M1	127		44	M1
86		44	M1	128		64	M1
87		45	M1	129		42	M1
88		56	M1	130		50	M1
89	8:44	47	M1	131		49	M1
90		49	M1	132		45	M1
91		43	N3+O	133	8:59	47	M1
92		46	M1	134		49	M1
93		43	N3	135		46	M1
94		62	M1	136		52	M1
95		45	M1	137		43	N3+O
96		49	M1	138		48	M1
97		46	M1	139		42	M1
98		47	M1	140		39	M1
99		49	M1	141		47	M1
100		45	M1	142		49	M1
101		44	M1	143		53	N3
102		45	M1	144		46	M1
103		43	M1	145	9:04	59	M1
104		41	M1	146		61	M1
105	8:49	49	M1	147		47	M1
106		49	M1	148		44	M1
107		47	M1	149		52	M1
108		59	M1	150		47	M1
109		48	M1	151		49	M1
110		48	N3		9:08		



Naměřené hodnoty rychlosti na ulici Želatovská v Přerově kontrolním radarem při kontrolním měření na vzdálenost 50 metrů [autor]

Želatovská, Přerov 50 m							
Kontrolní radar							
Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
1	8:14	55	M1	39		41	M1
2		49	M1	40		58	M1
3		49	M1	41		47	M1
4		55	M1	42		45	M1
5		49	N3	43	8:29	51	M1
6		43	M1	44		45	M1
7		49	M1	45		41	M3
8		44	M1	46		46	M1
9		69	M1	47		45	N3
10		59	M1	48		44	M1
11		48	M1	49		45	M1
12		61	M1	50		50	M1
13		50	M1	51		52	N3
14		52	M1	52		44	M1
15		49	N3	53		41	M1
16		47	M1	54		44	M1
17	8:19	45	M1	55		48	M1
18		49	M1	56		52	M1
19		51	M1	57	8:34	44	M1
20		52	M1	58		47	M1
21		53	N3	59		48	N3+O
22		56	M1	60		44	M1
23		46	M1	61		46	N3+O
24		51	M1	62		52	M1
25		49	M1	63		46	M1
26		44	M1	64		46	M1
27		51	M1	65		49	M1
28		46	M1	66		53	M1
29		45	M1	67		52	M1
30		48	M1	68		45	M1
31	8:24	53	M1	69		49	N3
32		51	N3	70		52	M1
33		53	M1	71	8:39	47	M1
34		48	M1	72		42	M1
35		43	M1	73		46	M1
36		49	M1	74		45	M1
37		46	N3	75		45	M1
38		46	M1	76		46	M1

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
77		54	M1	115	8:54	48	M1
78		50	M1	116		52	M1
79		39	M1	117		41	M1
80		47	M1	118		57	M1
81		48	M1	119		43	M1
82		43	M1	120		51	M1
83		48	N3	121		42	M1
84		44	M1	122		48	M1
85		46	M1	123		45	M1
86		42	M1	124		44	M1
87	8:44	48	M1	125		45	M1
88		49	M1	126		46	M3
89		45	M1	127		51	M1
90		48	M1	128		53	M1
91		54	M1	129		47	M1
92		48	M1	130	8:59	45	M1
93		45	N3+O	131		55	M1
94		53	M1	132		48	M1
95		46	N3	133		53	M1
96		53	M1	134		44	N3+O
97		49	M1	135		48	M1
98		46	M1	136		54	M1
99		43	M1	137		47	M1
100		52	M1	138		53	N3
101		47	M1	139		45	M1
102		55	M1	140		44	M1
103	8:49	48	M1	141		55	M1
104		44	M1	142	9:04	46	M1
105		47	M1	143		47	M1
106		41	M1	144		49	M1
107		49	M1	145		51	M1
108		46	M1	146		65	M1
109		51	N3	147		48	M1
110		41	M1	148		49	M1
111		60	M1	149		46	M1
112		48	M1	150		49	M1
113		51	N3		9:08		
114		49	M1				

Naměřené hodnoty rychlosti na ulici Želatovská na informativní tabuli při kontrolním měření na vzdálenost 150 metrů [autor]

Želatovská, Přerov 150 m							
Informativní tabule							
Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
1	7:39	46	M1	39		48	M1
2		44	M1	40		50	M1
3		45	M1	41		49	M1
4		44	M1	42		44	M1
5		40	N3+O	43		54	M1
6		40	M1	44		61	M1
7		46	M1	45		47	M1
8		48	M3	46		48	M1
9		37	M1	47		48	M1
10		44	M1	48		60	M1
11		44	M1	49		44	M1
12		44	M1	50		39	M1
13		50	N3	51		40	M1
14		40	M1	52		46	M1
15		41	M1	53		62	M1
16		52	N3	54		50	M1
17		45	M1	55		44	M1
18		49	M1	56		44	N3
19		44	M1	57		50	M1
20		53	M1	58		49	M1
21		47	M1	59		44	M1
22		47	M1	60		44	M1
23		42	M1	61		46	M1
24		49	M1	62	7:49	48	N3
25		48	M1	63		50	M1
26		47	M1	64		51	M1
27	7:44	48	M1	65		46	M1
28		46	M1	66		45	M1
29		43	M1	67		49	M1
30		49	M1	68		44	M1
31		45	M1	69		47	M1
32		43	M1	70		44	M1
33		41	M1	71		45	M1
34		53	M3	72		46	N3
35		43	M1	73		45	M1
36		41	M1	74		47	M1
37		53	M1	75		59	M1
38		52	M1	76		48	N3

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
77		48	M1	116		45	M1
78		40	M1	117		43	M1
79		47	M1	118		42	M1
80		46	M1	119		43	N3
81		42	M1	120		44	M1
82		53	M1	121		45	M1
83		53	M1	122		40	N3
84	7:54	46	M1	123		39	M1
85		49	M1	124		49	M1
86		47	M1	125		50	M1
87		45	N3	126		45	M1
88		49	M1	127		42	M1
89		54	M1	128		45	M1
90		44	M1	129	8:04	50	M1
91		40	M1	130		49	M1
92		43	N3	131		48	M1
93		40	M1	132		46	M1
94		42	M1	133		54	N3
95		59	N3	134		40	M1
96		52	M1	135		42	M1
97		50	N3+O	136		51	M1
98		49	M1	137		55	M1
99		49	N3+O	138		40	M1
100		44	M1	139		52	M1
101		45	M1	140		45	M1
102	7:58	56	M1	141		48	M1
103		50	M1	142		52	M1
104		51	M1	143	8:09	46	M1
105		48	M1	144		69	M1
106		48	M1	145		64	M1
107		50	M1	146		43	M1
108		43	M1	147		48	M1
109		46	M1	148		49	M1
110	7:59	45	M1	149		63	M1
111		50	M1	150		48	M1
112		45	M1	151		48	M1
113		50	M1	152		49	M1
114		47	N3+O	153		47	M1
115		43	M1		8:12		

Naměřené hodnoty rychlosti na ulici Želatovská v Přerově kontrolním radarem při kontrolním měření na vzdálenost 150 metrů [autor]

Želatovská, Přerov 150 m							
Kontrolní radar							
Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
1	7:39	46	M1	39		49	N3
2		37	M1	40		47	M1
3		29	M1	41		44	M1
4		41	M1	42		39	M1
5		39	N3+O	43		42	M1
6		39	M1	44		44	M1
7		40	M3	45	7:46	40	M1
8		38	M1	46		44	M1
9		38	M1	47		40	M1
10		45	M1	48		51	M1
11		43	M1	49		47	M1
12		47	M1	50		46	M1
13		48	N3	51		43	N3
14		48	M1	52		54	M1
15		43	M1	53		51	M1
16		45	M1	54		60	M1
17		44	M1	55		62	M1
18		50	N3	56		50	N3
19		56	M1	57	7:48	46	M1
20		53	M1	58		51	M1
21		47	M1	59		57	M1
22		45	M1	60		48	M1
23		52	M1	61		48	M1
24		50	M1	62	7:49	59	M1
25		51	M1	63		49	M1
26	7:44	45	M1	64		49	M1
27		55	M1	65		55	M1
28		48	M1	66		53	M1
29		50	M1	67		45	M1
30		40	M1	68		44	M1
31		51	M1	69		58	M1
32		48	M1	70		49	M1
33		57	M1	71		49	M1
34		53	M3	72		45	N3
35		51	M1	73		49	M1
36		52	M1	74		43	M1
37		45	M1	75		45	M1
38		42	M1	76		47	M1

Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]	Pořadové číslo [-]	Čas [-]	Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Kategorie vozidel [-]
77		41	M1	115		46	M1
78		53	N3	116		46	N3+O
79		48	M1	117		41	M1
80		46	M1	118		43	M1
81		50	N3	119		57	M1
82		48	M1	120		53	M1
83		49	M1	121		52	M1
84		47	M1	122		49	N3
85		49	M1	123		44	M1
86	7:54	44	M1	124		44	M1
87		43	M1	125		49	M1
88		44	N3	126		48	M1
89		41	M1	127	8:04	53	M1
90		42	M1	128		44	M1
91		42	M1	129		53	M1
92		42	M1	130		47	M1
93		40	M1	131		44	M1
94		51	M1	132		44	M1
95		40	N3	133		42	M1
96		46	M1	134		46	M1
97		47	M1	135		46	M1
98		46	M1	136		50	N3
99		45	M1	137		42	M1
100	7:58	45	N3+O	138		41	M1
101		51	M1	139		42	M1
102		52	N3+O	140		44	M1
103		47	M1	141		47	M1
104		51	M1	142	8:09	48	M1
105		49	M1	143		48	M1
106		47	M1	144		44	M1
107	7:59	48	M1	145		48	M1
108		43	M1	146		43	M1
109		43	M1	147		47	M1
110		44	M1	148		43	M1
111		48	M1	149		68	M1
112		46	M1	150		39	M1
113	8:00	45	M1	151		47	M1
114		58	M1		8:12		

## Příloha č. 9 Výpočet ověření normality Kolmogorovovým-Smirnovovým testem

Výpočet ověření normality celého souboru dat Kolmogorovovým-Smirnovovým testem z měřené informativní tabule v obci Grymov [autor]

Výpočet normality pro data z informativní tabule v obci Grymov							
$x_{(i)}$	Pořadí (i)	$\frac{(i-1)}{n}$	$\frac{i}{n}$	$F_0(x_{(i)})$	$F_0 - \frac{i}{n}$	$F_0 - \frac{i-1}{n}$	$D_i^*$
31	1	0	0,005848	0,030516	0,024668	0,030516	0,030516
32	2	0,005848	0,011696	0,043325	0,03163	0,037477	0,037477
32	3	0,011696	0,017544	0,043325	0,025782	0,03163	0,03163
32	4	0,017544	0,023392	0,043325	0,019934	0,025782	0,025782
32	5	0,023392	0,02924	0,043325	0,014086	0,019934	0,019934
33	6	0,02924	0,035088	0,060162	0,025075	0,030923	0,030923
34	7	0,035088	0,040936	0,081736	0,040801	0,046648	0,046648
34	8	0,040936	0,046784	0,081736	0,034953	0,040801	0,040801
34	9	0,046784	0,052632	0,081736	0,029105	0,034953	0,034953
35	10	0,052632	0,05848	0,108683	0,050203	0,056051	0,056051
35	11	0,05848	0,064327	0,108683	0,044355	0,050203	0,050203
35	12	0,064327	0,070175	0,108683	0,038507	0,044355	0,044355
36	13	0,070175	0,076023	0,141492	0,065469	0,071317	0,071317
36	14	0,076023	0,081871	0,141492	0,059621	0,065469	0,065469
36	15	0,081871	0,087719	0,141492	0,053773	0,059621	0,059621
36	16	0,087719	0,093567	0,141492	0,047925	0,053773	0,053773
36	17	0,093567	0,099415	0,141492	0,042077	0,047925	0,047925
36	18	0,099415	0,105263	0,141492	0,036229	0,042077	0,042077
36	19	0,105263	0,111111	0,141492	0,030381	0,036229	0,036229
36	20	0,111111	0,116959	0,141492	0,024533	0,030381	0,030381
36	21	0,116959	0,122807	0,141492	0,018685	0,024533	0,024533
37	22	0,122807	0,128655	0,180433	0,051778	0,057626	0,057626
37	23	0,128655	0,134503	0,180433	0,04593	0,051778	0,051778
37	24	0,134503	0,140351	0,180433	0,040082	0,04593	0,04593
37	25	0,140351	0,146199	0,180433	0,034234	0,040082	0,040082
37	26	0,146199	0,152047	0,180433	0,028386	0,034234	0,034234
37	27	0,152047	0,157895	0,180433	0,022538	0,028386	0,028386
37	28	0,157895	0,163743	0,180433	0,01669	0,022538	0,022538
37	29	0,163743	0,169591	0,180433	0,010842	0,01669	0,01669
37	30	0,169591	0,175439	0,180433	0,004994	0,010842	0,010842
38	31	0,175439	0,181287	0,225487	0,0442	0,050048	0,050048
38	32	0,181287	0,187135	0,225487	0,038352	0,0442	0,0442
38	33	0,187135	0,192982	0,225487	0,032504	0,038352	0,038352
38	34	0,192982	0,19883	0,225487	0,026656	0,032504	0,032504
38	35	0,19883	0,204678	0,225487	0,020809	0,026656	0,026656
38	36	0,204678	0,210526	0,225487	0,014961	0,020809	0,020809
38	37	0,210526	0,216374	0,225487	0,009113	0,014961	0,014961
38	38	0,216374	0,222222	0,225487	0,003265	0,009113	0,009113

38	39	0,222222	0,22807	0,225487	0,002583	0,003265	0,003265
38	40	0,22807	0,233918	0,225487	0,008431	0,002583	0,008431
38	41	0,233918	0,239766	0,225487	0,014279	0,008431	0,014279
38	42	0,239766	0,245614	0,225487	0,020127	0,014279	0,020127
38	43	0,245614	0,251462	0,225487	0,025975	0,020127	0,025975
38	44	0,251462	0,25731	0,225487	0,031823	0,025975	0,031823
39	45	0,25731	0,263158	0,2763	0,013142	0,01899	0,01899
39	46	0,263158	0,269006	0,2763	0,007294	0,013142	0,013142
39	47	0,269006	0,274854	0,2763	0,001446	0,007294	0,007294
39	48	0,274854	0,280702	0,2763	0,004402	0,001446	0,004402
39	49	0,280702	0,28655	0,2763	0,01025	0,004402	0,01025
39	50	0,28655	0,292398	0,2763	0,016098	0,01025	0,016098
39	51	0,292398	0,298246	0,2763	0,021946	0,016098	0,021946
40	52	0,298246	0,304094	0,332164	0,028071	0,033919	0,033919
40	53	0,304094	0,309942	0,332164	0,022223	0,028071	0,028071
40	54	0,309942	0,315789	0,332164	0,016375	0,022223	0,022223
40	55	0,315789	0,321637	0,332164	0,010527	0,016375	0,016375
40	56	0,321637	0,327485	0,332164	0,004679	0,010527	0,010527
40	57	0,327485	0,333333	0,332164	0,001169	0,004679	0,004679
40	58	0,333333	0,339181	0,332164	0,007017	0,001169	0,007017
40	59	0,339181	0,345029	0,332164	0,012865	0,007017	0,012865
40	60	0,345029	0,350877	0,332164	0,018713	0,012865	0,018713
40	61	0,350877	0,356725	0,332164	0,024561	0,018713	0,024561
40	62	0,356725	0,362573	0,332164	0,030409	0,024561	0,030409
40	63	0,362573	0,368421	0,332164	0,036257	0,030409	0,036257
40	64	0,368421	0,374269	0,332164	0,042105	0,036257	0,042105
40	65	0,374269	0,380117	0,332164	0,047953	0,042105	0,047953
40	66	0,380117	0,385965	0,332164	0,053801	0,047953	0,053801
40	67	0,385965	0,391813	0,332164	0,059649	0,053801	0,059649
40	68	0,391813	0,397661	0,332164	0,065497	0,059649	0,065497
40	69	0,397661	0,403509	0,332164	0,071345	0,065497	0,071345
40	70	0,403509	0,409357	0,332164	0,077193	0,071345	0,077193
40	71	0,409357	0,415205	0,332164	0,083041	0,077193	0,083041
40	72	0,415205	0,421053	0,332164	0,088888	0,083041	0,088888
40	73	0,421053	0,426901	0,332164	0,094736	0,088888	0,094736
40	74	0,426901	0,432749	0,332164	0,100584	0,094736	0,100584
40	75	0,432749	0,438596	0,332164	0,106432	0,100584	0,106432
41	76	0,438596	0,444444	0,392034	0,05241	0,046562	0,05241
41	77	0,444444	0,450292	0,392034	0,058258	0,05241	0,058258
41	78	0,450292	0,45614	0,392034	0,064106	0,058258	0,064106
41	79	0,45614	0,461988	0,392034	0,069954	0,064106	0,069954
41	80	0,461988	0,467836	0,392034	0,075802	0,069954	0,075802
41	81	0,467836	0,473684	0,392034	0,08165	0,075802	0,08165
41	82	0,473684	0,479532	0,392034	0,087498	0,08165	0,087498
41	83	0,479532	0,48538	0,392034	0,093346	0,087498	0,093346
41	84	0,48538	0,491228	0,392034	0,099194	0,093346	0,099194
41	85	0,491228	0,497076	0,392034	0,105042	0,099194	0,105042



42	86	0,497076	0,502924	0,45458	0,048344	0,042496	0,048344
42	87	0,502924	0,508772	0,45458	0,054192	0,048344	0,054192
42	88	0,508772	0,51462	0,45458	0,06004	0,054192	0,06004
42	89	0,51462	0,520468	0,45458	0,065888	0,06004	0,065888
42	90	0,520468	0,526316	0,45458	0,071736	0,065888	0,071736
42	91	0,526316	0,532164	0,45458	0,077584	0,071736	0,077584
42	92	0,532164	0,538012	0,45458	0,083432	0,077584	0,083432
42	93	0,538012	0,54386	0,45458	0,089279	0,083432	0,089279
42	94	0,54386	0,549708	0,45458	0,095127	0,089279	0,095127
42	95	0,549708	0,555556	0,45458	0,100975	0,095127	0,100975
42	96	0,555556	0,561404	0,45458	0,106823	0,100975	0,106823
42	97	0,561404	0,567251	0,45458	0,112671	0,106823	0,112671
42	98	0,567251	0,573099	0,45458	0,118519	0,112671	0,118519
42	99	0,573099	0,578947	0,45458	0,124367	0,118519	0,124367
42	100	0,578947	0,584795	0,45458	0,130215	0,124367	0,130215
42	101	0,584795	0,590643	0,45458	0,136063	0,130215	0,136063
42	102	0,590643	0,596491	0,45458	0,141911	0,136063	0,141911
42	103	0,596491	0,602339	0,45458	0,147759	0,141911	0,147759
42	104	0,602339	0,608187	0,45458	0,153607	0,147759	0,153607
42	105	0,608187	0,614035	0,45458	0,159455	0,153607	0,159455
43	106	0,614035	0,619883	0,518276	0,101607	0,09576	0,101607
43	107	0,619883	0,625731	0,518276	0,107455	0,101607	0,107455
43	108	0,625731	0,631579	0,518276	0,113303	0,107455	0,113303
43	109	0,631579	0,637427	0,518276	0,119151	0,113303	0,119151
43	110	0,637427	0,643275	0,518276	0,124999	0,119151	0,124999
43	111	0,643275	0,649123	0,518276	0,130847	0,124999	0,130847
43	112	0,649123	0,654971	0,518276	0,136695	0,130847	0,136695
44	113	0,654971	0,660819	0,581507	0,079312	0,073464	0,079312
44	114	0,660819	0,666667	0,581507	0,08516	0,079312	0,08516
44	115	0,666667	0,672515	0,581507	0,091008	0,08516	0,091008
44	116	0,672515	0,678363	0,581507	0,096856	0,091008	0,096856
44	117	0,678363	0,684211	0,581507	0,102704	0,096856	0,102704
44	118	0,684211	0,690058	0,581507	0,108552	0,102704	0,108552
44	119	0,690058	0,695906	0,581507	0,1144	0,108552	0,1144
44	120	0,695906	0,701754	0,581507	0,120248	0,1144	0,120248
45	121	0,701754	0,707602	0,642696	0,064907	0,059059	0,064907
45	122	0,707602	0,71345	0,642696	0,070755	0,064907	0,070755
45	123	0,71345	0,719298	0,642696	0,076603	0,070755	0,076603
45	124	0,719298	0,725146	0,642696	0,082451	0,076603	0,082451
45	125	0,725146	0,730994	0,642696	0,088298	0,082451	0,088298
45	126	0,730994	0,736842	0,642696	0,094146	0,088298	0,094146
46	127	0,736842	0,74269	0,700416	0,042274	0,036426	0,042274
46	128	0,74269	0,748538	0,700416	0,048122	0,042274	0,048122
46	129	0,748538	0,754386	0,700416	0,05397	0,048122	0,05397
46	130	0,754386	0,760234	0,700416	0,059818	0,05397	0,059818
46	131	0,760234	0,766082	0,700416	0,065666	0,059818	0,065666
47	132	0,766082	0,77193	0,753492	0,018437	0,012589	0,018437

47	133	0,77193	0,777778	0,753492	0,024285	0,018437	0,024285
47	134	0,777778	0,783626	0,753492	0,030133	0,024285	0,030133
47	135	0,783626	0,789474	0,753492	0,035981	0,030133	0,035981
48	136	0,789474	0,795322	0,801069	0,005747	0,011595	0,011595
48	137	0,795322	0,80117	0,801069	0,000101	0,005747	0,005747
48	138	0,80117	0,807018	0,801069	0,005949	0,000101	0,005949
48	139	0,807018	0,812865	0,801069	0,011797	0,005949	0,011797
48	140	0,812865	0,818713	0,801069	0,017645	0,011797	0,017645
49	141	0,818713	0,824561	0,84264	0,018079	0,023927	0,023927
49	142	0,824561	0,830409	0,84264	0,012231	0,018079	0,018079
49	143	0,830409	0,836257	0,84264	0,006383	0,012231	0,012231
50	144	0,836257	0,842105	0,87805	0,035944	0,041792	0,041792
50	145	0,842105	0,847953	0,87805	0,030096	0,035944	0,035944
50	146	0,847953	0,853801	0,87805	0,024248	0,030096	0,030096
50	147	0,853801	0,859649	0,87805	0,018401	0,024248	0,024248
50	148	0,859649	0,865497	0,87805	0,012553	0,018401	0,018401
50	149	0,865497	0,871345	0,87805	0,006705	0,012553	0,012553
50	150	0,871345	0,877193	0,87805	0,000857	0,006705	0,006705
51	151	0,877193	0,883041	0,90745	0,024409	0,030257	0,030257
51	152	0,883041	0,888889	0,90745	0,018561	0,024409	0,024409
51	153	0,888889	0,894737	0,90745	0,012713	0,018561	0,018561
51	154	0,894737	0,900585	0,90745	0,006865	0,012713	0,012713
51	155	0,900585	0,906433	0,90745	0,001018	0,006865	0,006865
52	156	0,906433	0,912281	0,931247	0,018966	0,024814	0,024814
52	157	0,912281	0,918129	0,931247	0,013118	0,018966	0,018966
54	158	0,918129	0,923977	0,964462	0,040485	0,046333	0,046333
54	159	0,923977	0,929825	0,964462	0,034637	0,040485	0,040485
54	160	0,929825	0,935673	0,964462	0,028789	0,034637	0,034637
55	161	0,935673	0,94152	0,975288	0,033767	0,039615	0,039615
55	162	0,94152	0,947368	0,975288	0,027919	0,033767	0,033767
55	163	0,947368	0,953216	0,975288	0,022071	0,027919	0,027919
55	164	0,953216	0,959064	0,975288	0,016223	0,022071	0,022071
56	165	0,959064	0,964912	0,9832	0,018288	0,024135	0,024135
57	166	0,964912	0,97076	0,988837	0,018076	0,023924	0,023924
58	167	0,97076	0,976608	0,992751	0,016143	0,021991	0,021991
60	168	0,976608	0,982456	0,99715	0,014694	0,020542	0,020542
60	169	0,982456	0,988304	0,99715	0,008846	0,014694	0,014694
60	170	0,988304	0,994152	0,99715	0,002998	0,008846	0,008846
63	171	0,994152	1	0,999411	0,000589	0,005259	0,005259

## Příloha č. 10 Výpočet Mann – Whiteyova testu pro měření v obci Grymov

Výpočet neparametrickým Mann – Whiteyovým testem pro měření v obci Grymov [autor]

Seřazené výsledky měření z obce Grymov				
Rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Soubor dat	Pořadové číslo	Pořadové číslo pro data z informativní tabule	Pořadové číslo pro data z kontrolního radaru
27	Radar	1	0	1
28	Radar	2	0	2
31	IT	5	5	0
31	Radar	5	0	5
31	Radar	5	0	5
31	Radar	5	0	5
31	Radar	5	0	5
31	Radar	5	0	5
32	IT	11	11	0
32	IT	11	11	0
32	IT	11	11	0
32	IT	11	11	0
32	Radar	11	0	11
32	Radar	11	0	11
32	Radar	11	0	11
33	IT	16,5	16,5	0
33	Radar	16,5	0	16,5
33	Radar	16,5	0	16,5
33	Radar	16,5	0	16,5
34	IT	25,5	25,5	0
34	IT	25,5	25,5	0
34	IT	25,5	25,5	0
34	Radar	25,5	0	25,5
34	Radar	25,5	0	25,5
34	Radar	25,5	0	25,5
34	Radar	25,5	0	25,5
34	Radar	25,5	0	25,5
34	Radar	25,5	0	25,5
34	Radar	25,5	0	25,5
34	Radar	25,5	0	25,5
34	Radar	25,5	0	25,5
34	Radar	25,5	0	25,5
34	Radar	25,5	0	25,5
35	IT	40	40	0
35	IT	40	40	0
35	IT	40	40	0
35	Radar	40	0	40
35	Radar	40	0	40

35	Radar	40	0	40
35	Radar	40	0	40
35	Radar	40	0	40
35	Radar	40	0	40
35	Radar	40	0	40
35	Radar	40	0	40
35	Radar	40	0	40
35	Radar	40	0	40
35	Radar	40	0	40
35	Radar	40	0	40
36	IT	58,5	58,5	0
36	IT	58,5	58,5	0
36	IT	58,5	58,5	0
36	IT	58,5	58,5	0
36	IT	58,5	58,5	0
36	IT	58,5	58,5	0
36	IT	58,5	58,5	0
36	IT	58,5	58,5	0
36	IT	58,5	58,5	0
36	Radar	58,5	0	58,5
36	Radar	58,5	0	58,5
36	Radar	58,5	0	58,5
36	Radar	58,5	0	58,5
36	Radar	58,5	0	58,5
36	Radar	58,5	0	58,5
36	Radar	58,5	0	58,5
36	Radar	58,5	0	58,5
36	Radar	58,5	0	58,5
36	Radar	58,5	0	58,5
36	Radar	58,5	0	58,5
36	Radar	58,5	0	58,5
37	IT	81	81	0
37	IT	81	81	0
37	IT	81	81	0
37	IT	81	81	0
37	IT	81	81	0
37	IT	81	81	0
37	IT	81	81	0
37	IT	81	81	0
37	IT	81	81	0
37	Radar	81	0	81
37	Radar	81	0	81
37	Radar	81	0	81
37	Radar	81	0	81
37	Radar	81	0	81

37	Radar	81	0	81
37	Radar	81	0	81
37	Radar	81	0	81
37	Radar	81	0	81
37	Radar	81	0	81
37	Radar	81	0	81
37	Radar	81	0	81
37	Radar	81	0	81
37	Radar	81	0	81
38	IT	108,5	108,5	0
38	IT	108,5	108,5	0
38	IT	108,5	108,5	0
38	IT	108,5	108,5	0
38	IT	108,5	108,5	0
38	IT	108,5	108,5	0
38	IT	108,5	108,5	0
38	IT	108,5	108,5	0
38	IT	108,5	108,5	0
38	IT	108,5	108,5	0
38	IT	108,5	108,5	0
38	IT	108,5	108,5	0
38	IT	108,5	108,5	0
38	IT	108,5	108,5	0
38	Radar	108,5	0	108,5
38	Radar	108,5	0	108,5
38	Radar	108,5	0	108,5
38	Radar	108,5	0	108,5
38	Radar	108,5	0	108,5
38	Radar	108,5	0	108,5
38	Radar	108,5	0	108,5
38	Radar	108,5	0	108,5
38	Radar	108,5	0	108,5
38	Radar	108,5	0	108,5
38	Radar	108,5	0	108,5
38	Radar	108,5	0	108,5
38	Radar	108,5	0	108,5
38	Radar	108,5	0	108,5
38	Radar	108,5	0	108,5
39	IT	138	138	0
39	IT	138	138	0
39	IT	138	138	0
39	IT	138	138	0
39	IT	138	138	0

[illegible]

40	Radar	170,5	0	170,5
40	Radar	170,5	0	170,5
40	Radar	170,5	0	170,5
40	Radar	170,5	0	170,5
40	Radar	170,5	0	170,5
40	Radar	170,5	0	170,5
40	Radar	170,5	0	170,5
40	Radar	170,5	0	170,5
40	Radar	170,5	0	170,5
40	Radar	170,5	0	170,5
40	Radar	170,5	0	170,5
40	Radar	170,5	0	170,5
40	Radar	170,5	0	170,5
40	Radar	170,5	0	170,5
40	Radar	170,5	0	170,5
41	IT	199,5	199,5	0
41	IT	199,5	199,5	0
41	IT	199,5	199,5	0
41	IT	199,5	199,5	0
41	IT	199,5	199,5	0
41	IT	199,5	199,5	0
41	IT	199,5	199,5	0
41	IT	199,5	199,5	0
41	IT	199,5	199,5	0
41	IT	199,5	199,5	0
41	Radar	199,5	0	199,5
41	Radar	199,5	0	199,5
41	Radar	199,5	0	199,5
41	Radar	199,5	0	199,5
41	Radar	199,5	0	199,5
41	Radar	199,5	0	199,5
41	Radar	199,5	0	199,5
41	Radar	199,5	0	199,5
41	Radar	199,5	0	199,5
41	Radar	199,5	0	199,5
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0

42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	IT	226	226	0
42	Radar	226	0	226
42	Radar	226	0	226
42	Radar	226	0	226
42	Radar	226	0	226
42	Radar	226	0	226
42	Radar	226	0	226
42	Radar	226	0	226
42	Radar	226	0	226
42	Radar	226	0	226
42	Radar	226	0	226
42	Radar	226	0	226
42	Radar	226	0	226
42	Radar	226	0	226
42	Radar	226	0	226
43	IT	249,5	249,5	0
43	IT	249,5	249,5	0
43	IT	249,5	249,5	0
43	IT	249,5	249,5	0
43	IT	249,5	249,5	0
43	IT	249,5	249,5	0
43	IT	249,5	249,5	0
43	Radar	249,5	0	249,5
43	Radar	249,5	0	249,5
43	Radar	249,5	0	249,5
43	Radar	249,5	0	249,5
43	Radar	249,5	0	249,5
43	Radar	249,5	0	249,5
43	Radar	249,5	0	249,5
43	Radar	249,5	0	249,5
44	IT	265,5	265,5	0
44	IT	265,5	265,5	0
44	IT	265,5	265,5	0
44	IT	265,5	265,5	0
44	IT	265,5	265,5	0
44	IT	265,5	265,5	0
44	IT	265,5	265,5	0
44	IT	265,5	265,5	0
44	Radar	265,5	0	265,5
44	Radar	265,5	0	265,5
44	Radar	265,5	0	265,5



44	Radar	265,5	0	265,5
44	Radar	265,5	0	265,5
44	Radar	265,5	0	265,5
44	Radar	265,5	0	265,5
44	Radar	265,5	0	265,5
44	Radar	265,5	0	265,5
44	Radar	265,5	0	265,5
45	IT	280,5	280,5	0
45	IT	280,5	280,5	0
45	IT	280,5	280,5	0
45	IT	280,5	280,5	0
45	IT	280,5	280,5	0
45	IT	280,5	280,5	0
45	Radar	280,5	0	280,5
45	Radar	280,5	0	280,5
45	Radar	280,5	0	280,5
45	Radar	280,5	0	280,5
45	Radar	280,5	0	280,5
45	Radar	280,5	0	280,5
46	IT	290	290	0
46	IT	290	290	0
46	IT	290	290	0
46	IT	290	290	0
46	IT	290	290	0
46	Radar	290	0	290
46	Radar	290	0	290
47	IT	296	296	0
47	IT	296	296	0
47	IT	296	296	0
47	IT	296	296	0
47	Radar	296	0	296
48	IT	302	302	0
48	IT	302	302	0
48	IT	302	302	0
48	IT	302	302	0
48	Radar	302	0	302
48	Radar	302	0	302
49	IT	307,5	307,5	0
49	IT	307,5	307,5	0
49	IT	307,5	307,5	0
49	Radar	307,5	0	307,5
50	IT	313,5	313,5	0
50	IT	313,5	313,5	0
50	IT	313,5	313,5	0
50	IT	313,5	313,5	0

50	IT	313,5	313,5	0
50	IT	313,5	313,5	0
50	IT	313,5	313,5	0
50	Radar	313,5	0	313,5
51	IT	321	321	0
51	IT	321	321	0
51	IT	321	321	0
51	IT	321	321	0
51	IT	321	321	0
51	Radar	321	0	321
51	Radar	321	0	321
52	IT	325,5	325,5	0
52	IT	325,5	325,5	0
54	IT	328	328	0
54	IT	328	328	0
54	IT	328	328	0
55	IT	332	332	0
55	IT	332	332	0
55	IT	332	332	0
55	IT	332	332	0
55	Radar	332	0	332
56	IT	335	335	0
57	IT	336	336	0
58	IT	337	337	0
60	IT	339,5	339,5	0
60	IT	339,5	339,5	0
60	IT	339,5	339,5	0
60	Radar	339,5	0	339,5
63	IT	342	342	0
		<b>Celkem</b>	34360,5	24292,5
			T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>

## Příloha č. 11 Ověření Mann – Whiteova testu softwarem Statgraphics

### Grymov 150 m

Summary Statistics		
	Grymov IT	Grymov Radar
Count	171	171
Average	42,7135	39,1579
Median	42,0	39,0
Variance	39,0998	21,8161
Standard deviation	6,25298	4,67077
Minimum	31,0	27,0
Maximum	63,0	60,0
Range	32,0	33,0
Std. skewness	4,68715	4,38855
Std. kurtosis	1,62943	6,5392

The StatAdvisor		
<p>This table shows summary statistics for the two samples of data. Other tabular options within this analysis can be used to test whether differences between the statistics from the two samples are statistically significant. Of particular interest here are the standardized skewness and standardized kurtosis, which can be used to determine whether the samples come from normal distributions. Values of these statistics outside the range of -2 to +2 indicate significant departures from normality, which would tend to invalidate the tests which compare the standard deviations. In this case, both samples have standardized skewness values outside the normal range. Grymov Radar has a standardized kurtosis value outside the normal range.</p>		

Celková statistika z měření v obci Grymov ve 150 metrové vzdálenosti od informativní tabule

Comparison of Medians	
Median of sample 1: 42,0	
Median of sample 2: 39,0	
Mann-Whitney (Wilcoxon) W test to compare medians	
Null hypothesis: median1 = median2	
Alt. hypothesis: median1 NE median2	
Average rank of sample 1: 200,939	
Average rank of sample 2: 142,061	
W = 9586,5    P-value = 3,41653E-8	
The StatAdvisor	
<p>This option runs a Mann-Whitney W test to compare the medians of the two samples. This test is constructed by combining the two samples, sorting the data from smallest to largest, and comparing the average ranks of the two samples in the combined data. Since the P-value is less than 0,01, there is a statistically significant difference between the medians at the 99,0% confidence level.</p>	

Mann – Whitneyův test pro alternativní hypotézu, že oba soubory dat nejsou stejné

### Comparison of Medians

Median of sample 1: 42,0

Median of sample 2: 39,0

Mann-Whitney (Wilcoxon) W test to compare medians

Null hypothesis: median1 = median2

Alt. hypothesis: median1 > median2

Average rank of sample 1: 200,939

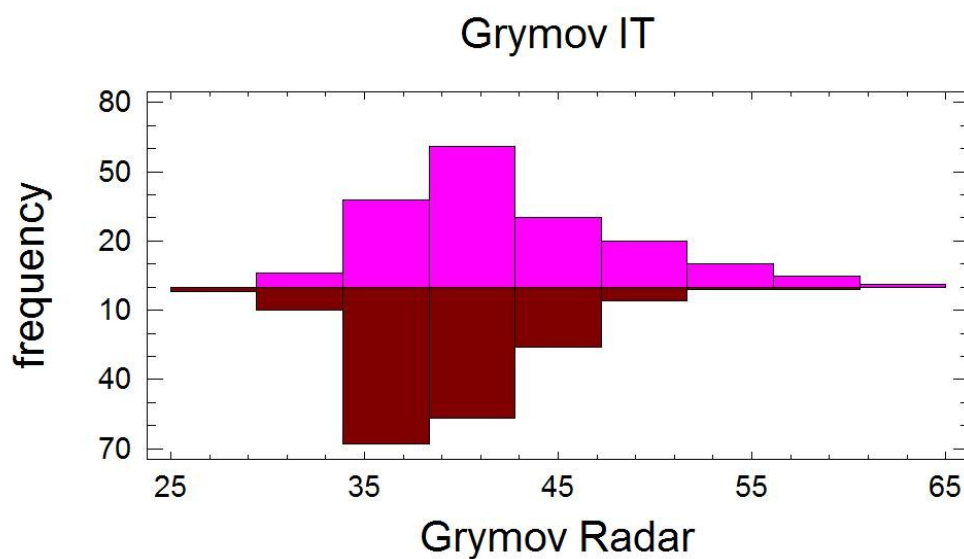
Average rank of sample 2: 142,061

W = 9586,5 P-value = 1,70827E-8

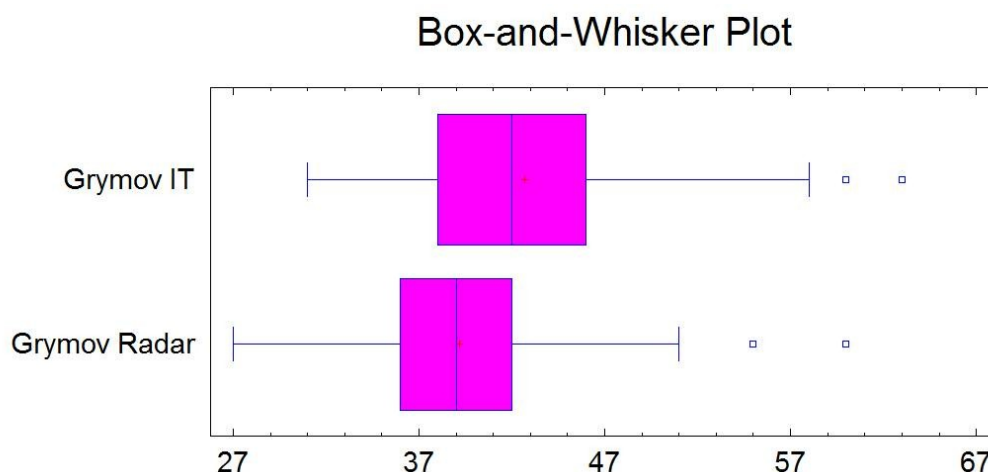
### The StatAdvisor

This option runs a Mann-Whitney W test to compare the medians of the two samples. This test is constructed by combining the two samples, sorting the data from smallest to largest, and comparing the average ranks of the two samples in the combined data. Since the P-value is less than 0,01, the median of the first sample is significantly greater than the median of the second at the 99,0% confidence level.

Mann – Whitneyův test pro alternativní hypotézu, že první soubor dat je větší než druhý



Histogram četnosti z měření v obci Grymov ve 150 metrové vzdálenosti od informativní tabule



Grafické porovnání mediánů z měření v obci Grymov ve 150 metrové vzdálenosti od informativní tabule

## Kokory 50 m

Summary Statistics		
	Kokory IT 50	Kokory Radar 50
Count	152	150
Average	46,3487	46,1533
Median	47,0	46,5
Variance	35,1558	22,7347
Standard deviation	5,92923	4,76809
Minimum	30,0	29,0
Maximum	67,0	60,0
Range	37,0	31,0
Std. skewness	0,942364	-2,0556
Std. kurtosis	2,94773	2,56469

The StatAdvisor		
<p>This table shows summary statistics for the two samples of data. Other tabular options within this analysis can be used to test whether differences between the statistics from the two samples are statistically significant. Of particular interest here are the standardized skewness and standardized kurtosis, which can be used to determine whether the samples come from normal distributions. Values of these statistics outside the range of -2 to +2 indicate significant departures from normality, which would tend to invalidate the tests which compare the standard deviations. In this case, Kokory Radar 50 has a standardized skewness value outside the normal range. Both samples have standardized kurtosis values outside the normal range.</p>		

Celková statistika z měření v obci Kokory v 50 metrové vzdálenosti od informativní tabule

#### Comparison of Medians

Median of sample 1: 47,0

Median of sample 2: 46,5

Mann-Whitney (Wilcoxon) W test to compare medians

Null hypothesis: median1 = median2

Alt. hypothesis: median1 NE median2

Average rank of sample 1: 151,941

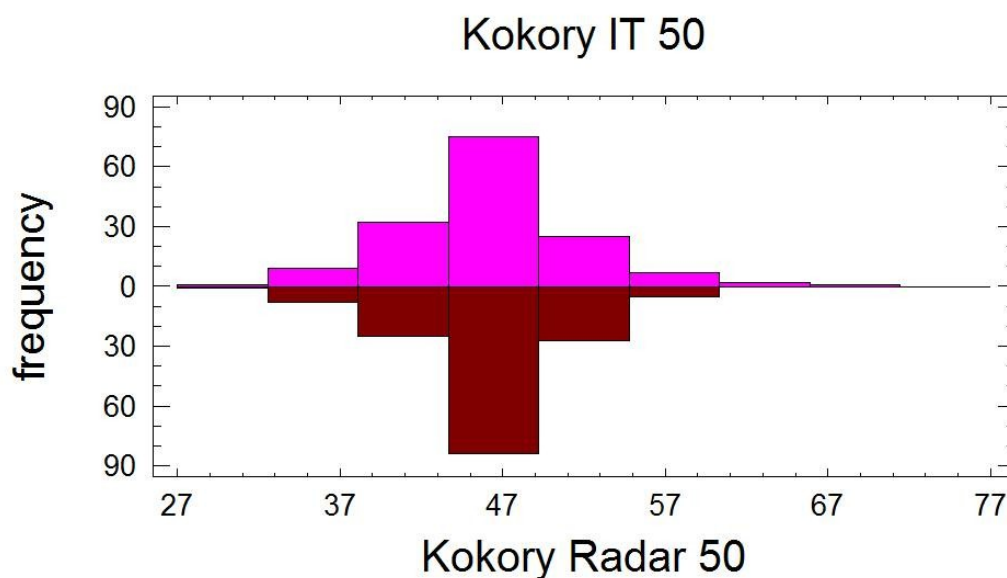
Average rank of sample 2: 151,053

W = 11333,0 P-value = 0,929974

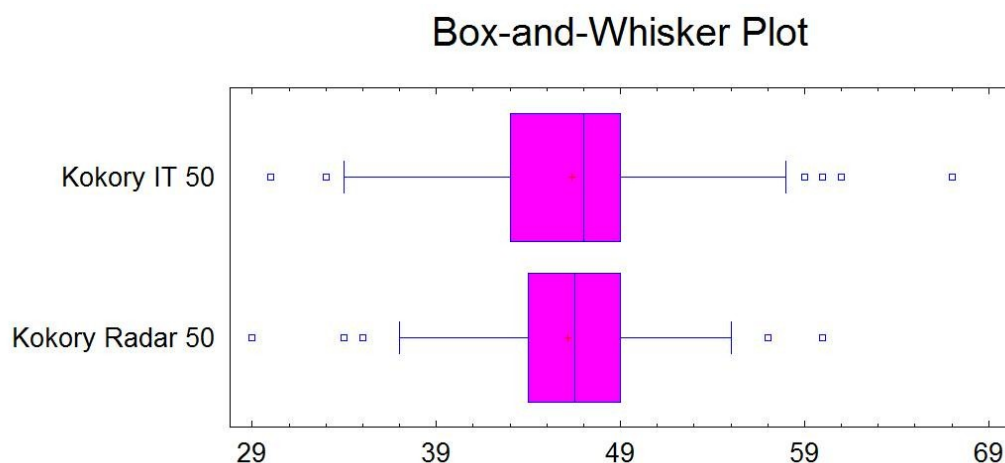
#### The StatAdvisor

This option runs a Mann-Whitney W test to compare the medians of the two samples. This test is constructed by combining the two samples, sorting the data from smallest to largest, and comparing the average ranks of the two samples in the combined data. Since the P-value is greater than or equal to 0,01, there is not a statistically significant difference between the medians at the 99,0% confidence level.

Mann – Whitneyův test pro alternativní hypotézu, že oba soubory dat nejsou stejné



Histogram četnosti z měření v obci Kokory v 50 metrové vzdálenosti od informativní tabule



Grafické porovnání mediánů z měření v obci Kokory v 50 metrové vzdálenosti od informativní tabule

## Kokory 150 m

Summary Statistics		
	Kokory IT 150	Kokory Radar 150
Count	155	153
Average	48,0	44,8954
Median	48,0	46,0
Variance	56,6234	34,4627
Standard deviation	7,52485	5,87049
Minimum	34,0	21,0
Maximum	73,0	58,0
Range	39,0	37,0
Std. skewness	2,36358	-3,39302
Std. kurtosis	0,685994	2,5792

The StatAdvisor		
<p>This table shows summary statistics for the two samples of data. Other tabular options within this analysis can be used to test whether differences between the statistics from the two samples are statistically significant. Of particular interest here are the standardized skewness and standardized kurtosis, which can be used to determine whether the samples come from normal distributions. Values of these statistics outside the range of -2 to +2 indicate significant departures from normality, which would tend to invalidate the tests which compare the standard deviations. In this case, both samples have standardized skewness values outside the normal range. Kokory Radar 150 has a standardized kurtosis value outside the normal range.</p>		

Celková statistika z měření v obci Kokory v 50 metrové vzdálenosti od informativní tabule

#### Comparison of Medians

Median of sample 1: 48,0

Median of sample 2: 46,0

Mann-Whitney (Wilcoxon) W test to compare medians

Null hypothesis: median1 = median2

Alt. hypothesis: median1 NE median2

Average rank of sample 1: 171,252

Average rank of sample 2: 137,529

W = 9261,0 P-value = 0,000880868

#### The StatAdvisor

This option runs a Mann-Whitney W test to compare the medians of the two samples. This test is constructed by combining the two samples, sorting the data from smallest to largest, and comparing the average ranks of the two samples in the combined data. Since the P-value is less than 0,01, there is a statistically significant difference between the medians at the 99,0% confidence level.

Mann – Whitneyův test pro alternativní hypotézu, že oba soubory dat nejsou stejné

#### Comparison of Medians

Median of sample 1: 48,0

Median of sample 2: 46,0

Mann-Whitney (Wilcoxon) W test to compare medians

Null hypothesis: median1 = median2

Alt. hypothesis: median1 > median2

Average rank of sample 1: 171,252

Average rank of sample 2: 137,529

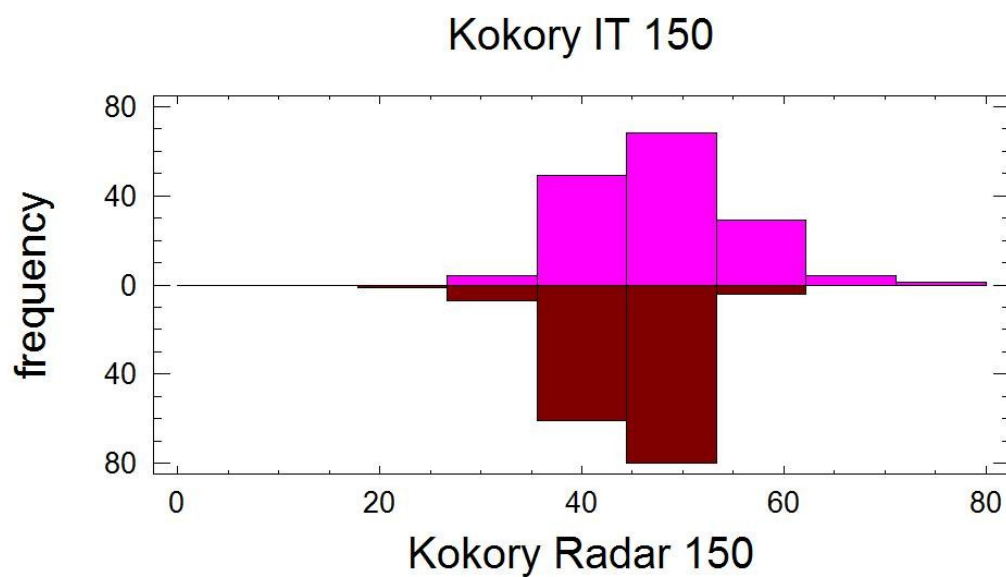
W = 9261,0 P-value = 0,000440434

#### The StatAdvisor

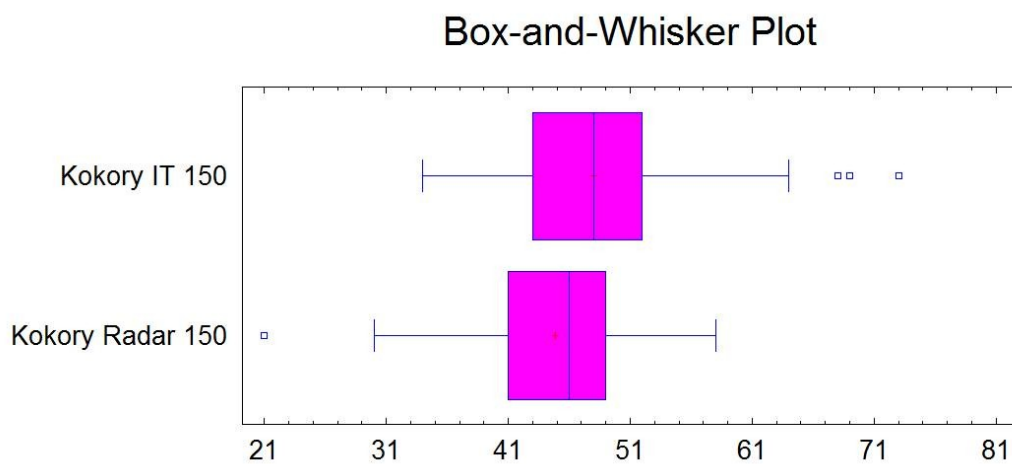
This option runs a Mann-Whitney W test to compare the medians of the two samples. This test is constructed by combining the two samples, sorting the data from smallest to largest, and comparing the average ranks of the two samples in the combined data. Since the P-value is less than 0,01, the median of the first sample is significantly greater than the median of the second at the 99,0% confidence level.

Mann – Whitneyův test pro alternativní hypotézu, že první soubor dat je větší než druhý





Histogram četnosti z měření v obci Kokory ve 150 metrové vzdálenosti od informativní tabule



Grafické porovnání mediánů z měření v obci Kokory ve 150 metrové vzdálenosti od informativní tabule

## Prosenice 150 m

### Summary Statistics

	Prosenice IT	Prosenice Radar
Count	150	150
Average	42,9133	44,9933
Median	44,0	46,0
Variance	58,6971	60,6375
Standard deviation	7,66141	7,78701
Minimum	11,0	12,0
Maximum	60,0	65,0
Range	49,0	53,0
Std. skewness	-4,14893	-4,24996
Std. kurtosis	7,43028	10,0782

### The StatAdvisor

This table shows summary statistics for the two samples of data. Other tabular options within this analysis can be used to test whether differences between the statistics from the two samples are statistically significant. Of particular interest here are the standardized skewness and standardized kurtosis, which can be used to determine whether the samples come from normal distributions. Values of these statistics outside the range of -2 to +2 indicate significant departures from normality, which would tend to invalidate the tests which compare the standard deviations. In this case, both samples have standardized skewness values outside the normal range. Both samples have standardized kurtosis values outside the normal range.

Celková statistika z měření v obci Prosenice ve 150 metrové vzdálenosti od informativní tabule

### Comparison of Medians

Median of sample 1: 44,0  
Median of sample 2: 46,0

### Mann-Whitney (Wilcoxon) W test to compare medians

Null hypothesis: median1 = median2  
Alt. hypothesis: median1 NE median2

Average rank of sample 1: 136,403  
Average rank of sample 2: 164,597

W = 13364,5 P-value = 0,00481534

### The StatAdvisor

This option runs a Mann-Whitney W test to compare the medians of the two samples. This test is constructed by combining the two samples, sorting the data from smallest to largest, and comparing the average ranks of the two samples in the combined data. Since the P-value is less than 0,01, there is a statistically significant difference between the medians at the 99,0% confidence level.

Mann – Whitneyův test pro alternativní hypotézu, že oba soubory dat nejsou stejné

## Comparison of Medians

Median of sample 1: 44,0  
Median of sample 2: 46,0

## Mann-Whitney (Wilcoxon) W test to compare medians

Null hypothesis: median1 = median2  
Alt. hypothesis: median1 > median2

Average rank of sample 1: 136,403  
Average rank of sample 2: 164,597

W = 13364,5    P-value = 0,997592

## The StatAdvisor

This option runs a Mann-Whitney W test to compare the medians of the two samples. This test is constructed by combining the two samples, sorting the data from smallest to largest, and comparing the average ranks of the two samples in the combined data. Since the P-value is greater than or equal to 0,01, the median of the first sample is not significantly greater than the median of the second at the 99,0% confidence level.

Mann – Whitneyův test pro alternativní hypotézu, že první soubor dat je větší než druhý

## Comparison of Medians

Median of sample 1: 44,0  
Median of sample 2: 46,0

## Mann-Whitney (Wilcoxon) W test to compare medians

Null hypothesis: median1 = median2  
Alt. hypothesis: median1 < median2

Average rank of sample 1: 136,403  
Average rank of sample 2: 164,597

W = 13364,5    P-value = 0,00240767

## The StatAdvisor

This option runs a Mann-Whitney W test to compare the medians of the two samples. This test is constructed by combining the two samples, sorting the data from smallest to largest, and comparing the average ranks of the two samples in the combined data. Since the P-value is less than 0,01, the median of the first sample is significantly less than the median of the second at the 99,0% confidence level.

Mann – Whitneyův test pro alternativní hypotézu, že první soubor dat je menší než druhý

## Želatovská 50 m

Summary Statistics		
	Želatovská IT 50	Želatovská Radar 50
Count	151	150
Average	48,0331	48,38
Median	47,0	48,0
Variance	35,8722	21,754
Standard deviation	5,98934	4,66411
Minimum	39,0	39,0
Maximum	71,0	69,0
Range	32,0	30,0
Std. skewness	7,15444	5,68624
Std. kurtosis	5,33599	6,78825

### The StatAdvisor

This table shows summary statistics for the two samples of data. Other tabular options within this analysis can be used to test whether differences between the statistics from the two samples are statistically significant. Of particular interest here are the standardized skewness and standardized kurtosis, which can be used to determine whether the samples come from normal distributions. Values of these statistics outside the range of -2 to +2 indicate significant departures from normality, which would tend to invalidate the tests which compare the standard deviations. In this case, both samples have standardized skewness values outside the normal range. Both samples have standardized kurtosis values outside the normal range.

Celková statistika z měření na ulici Želatovská v 50 metrové vzdálenosti od informativní tabule

### Comparison of Medians

Median of sample 1: 47,0

Median of sample 2: 48,0

### Mann-Whitney (Wilcoxon) W test to compare medians

Null hypothesis: median1 = median2

Alt. hypothesis: median1 NE median2

Average rank of sample 1: 142,03

Average rank of sample 2: 160,03

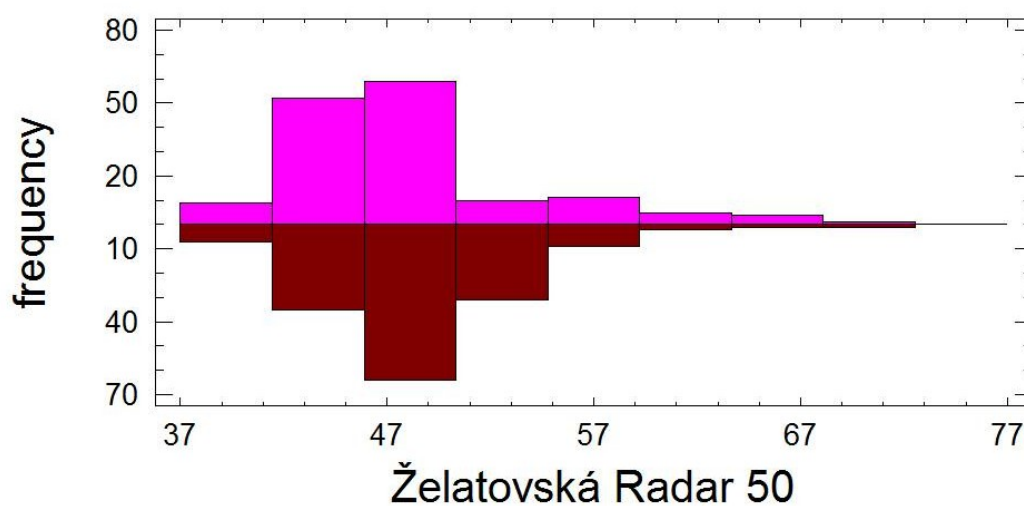
W = 12679,5 P-value = 0,0720409

### The StatAdvisor

This option runs a Mann-Whitney W test to compare the medians of the two samples. This test is constructed by combining the two samples, sorting the data from smallest to largest, and comparing the average ranks of the two samples in the combined data. Since the P-value is greater than or equal to 0,01, there is not a statistically significant difference between the medians at the 99,0% confidence level.

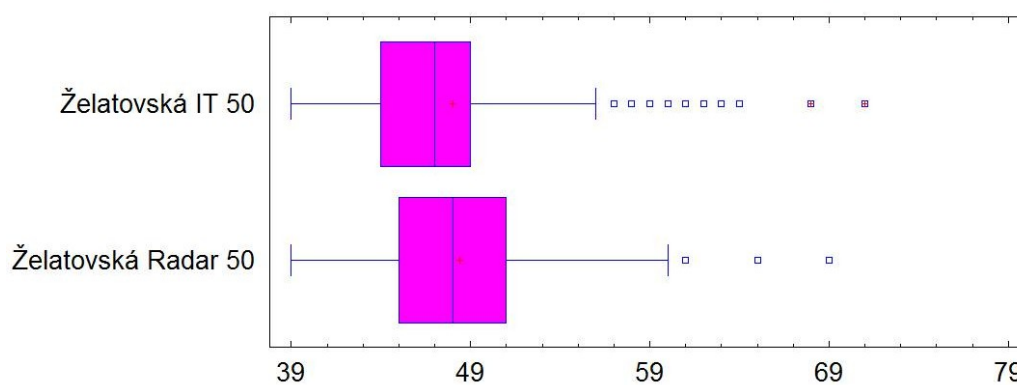
Mann – Whitneyův test pro alternativní hypotézu, že oba soubory dat nejsou stejné

## Želatovská IT 50



Histogram četnosti z měření na ulici Želatovská v 50 metrové vzdálenosti od informativní tabule

## Box-and-Whisker Plot



Grafické porovnání mediánů z měření na ulici Želatovská v 50 metrové vzdálenosti od informativní tabule

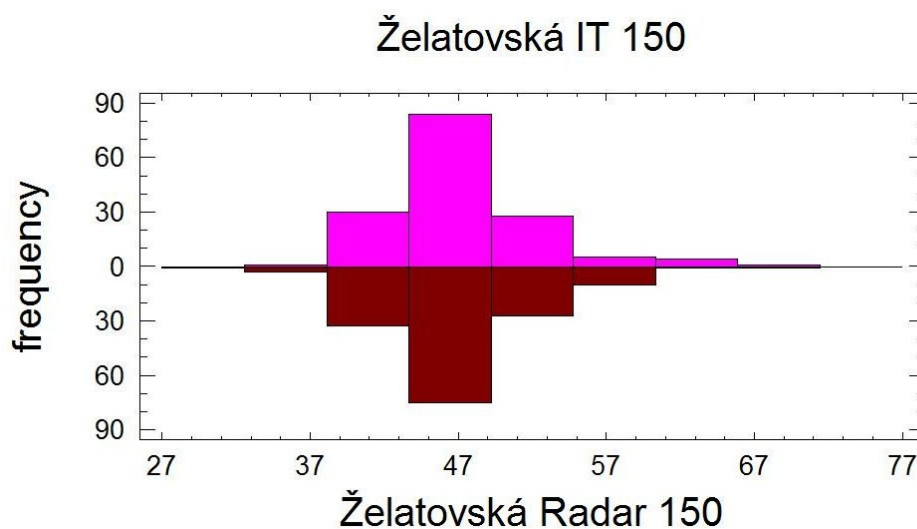
## Želatovská 150 m

Summary Statistics		
Sample 1: Želatovská IT 150		
Sample 2: Želatovská Radar 150		
	Sample 1	Sample 2
Count	153	151
Average	47,2157	46,9272
Median	47,0	47,0
Variance	26,7755	28,348
Standard deviation	5,17451	5,32428
Minimum	37,0	29,0
Maximum	69,0	68,0
Range	32,0	39,0
Std. skewness	6,16971	2,80256
Std. kurtosis	6,79681	4,52047
The StatAdvisor		
<p>This table shows summary statistics for the two samples of data. Other tabular options within this analysis can be used to test whether differences between the statistics from the two samples are statistically significant. Of particular interest here are the standardized skewness and standardized kurtosis, which can be used to determine whether the samples come from normal distributions. Values of these statistics outside the range of -2 to +2 indicate significant departures from normality, which would tend to invalidate the tests which compare the standard deviations. In this case, both samples have standardized skewness values outside the normal range. Both samples have standardized kurtosis values outside the normal range.</p>		

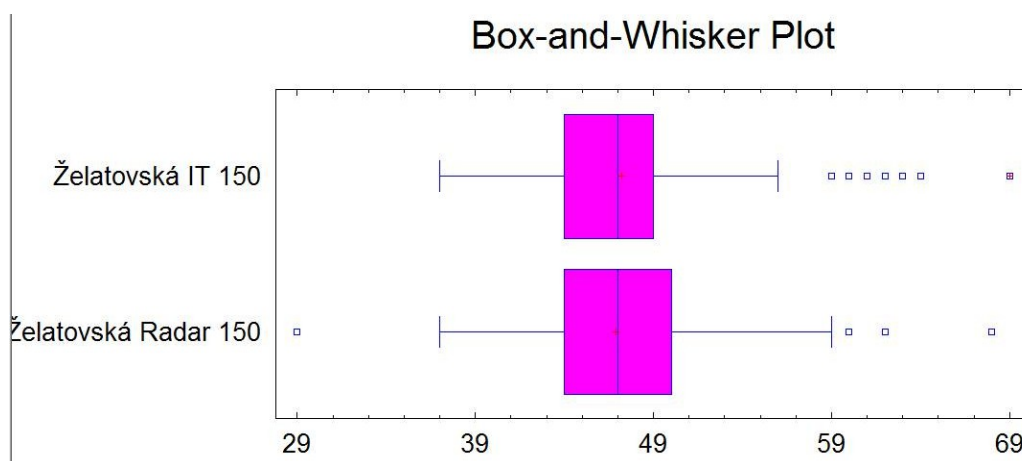
Celková statistika z měření na ulici Želatovská ve 150 metrové vzdálenosti od informativní tabule

Comparison of Medians	
Median of sample 1: 47,0	
Median of sample 2: 47,0	
Mann-Whitney (Wilcoxon) W test to compare medians	
Null hypothesis: median1 = median2	
Alt. hypothesis: median1 NE median2	
Average rank of sample 1: 154,092	
Average rank of sample 2: 150,887	
W = 11308,0    P-value = 0,750546	
The StatAdvisor	
<p>This option runs a Mann-Whitney W test to compare the medians of the two samples. This test is constructed by combining the two samples, sorting the data from smallest to largest, and comparing the average ranks of the two samples in the combined data. Since the P-value is greater than or equal to 0,01, there is not a statistically significant difference between the medians at the 99,0% confidence level.</p>	

Mann – Whitneyův test pro alternativní hypotézu, že oba soubory dat nejsou stejné



Histogram četnosti z měření na ulici Želatovská ve 150 metrové vzdálenosti od informativní tabule



Grafické porovnání mediánů z měření na ulici Želatovská ve 150 metrové vzdálenosti od informativní tabule

## Příloha č. 12 Koeficient pro rozdílnou změnu rychlosti $k_v$

Přehled všech koeficientů pro uměnu rychlosti  $k_v$  [autor]

Koeficient pro změnu rychlosti $k_v$				
Počáteční rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Konečná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Rozdíl rychlosti [km·h <sup>-1</sup> ]	Koeficient $k_v$ [-]	Upravená odhadnutá vzdálenost [m]
130	120	10	0,45	54
130	110	20	0,86	103
130	100	30	1,23	148
130	90	40	1,57	189
130	80	50	1,88	225
130	70	60	2,14	257
130	60	70	2,38	285
130	50	80	2,57	309
130	40	90	2,73	328
120	110	10	0,41	49
120	100	20	0,79	94
120	90	30	1,13	135
120	80	40	1,43	171
120	70	50	1,70	204
120	60	60	1,93	231
120	50	70	2,13	255
120	40	80	2,29	274
110	100	10	0,38	45
110	90	20	0,71	86
110	80	30	1,02	122
110	70	40	1,29	154
110	60	50	1,52	182
110	50	60	1,71	206
110	40	70	1,88	225
100	90	10	0,34	41
100	80	20	0,64	77
100	70	30	0,91	109
100	60	40	1,14	137
100	50	50	1,34	161
100	40	60	1,50	180
90	80	10	0,30	36
90	70	20	0,57	69
<b>90</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>0,80</b>	<b>96</b>
90	50	40	1,00	120
90	40	50	1,16	139
90	30	60	1,29	154
80	70	10	0,27	32
80	60	20	0,50	60
80	50	30	0,70	84



80	40	40	0,86	103
<b>Počáteční rychlost [km·h<sup>-1</sup>]</b>	<b>Konečná rychlost [km·h<sup>-1</sup>]</b>	<b>Rozdíl rychlosti [km·h<sup>-1</sup>]</b>	<b>Koeficient k<sub>v</sub> [-]</b>	<b>Upravená odhadnutá vzdálenost [m]</b>
80	30	50	0,98	118
70	60	10	0,23	28
70	50	20	0,43	51
70	40	30	0,59	71
70	30	40	0,71	86
60	50	10	0,20	24
60	40	20	0,36	43
60	30	30	0,48	58
50	40	10	0,16	19
50	30	20	0,29	34
40	30	10	0,13	15

## Příloha č. 13 Koeficient pro všechny kombinace složení dopravního proudu $k_p$

**Konečná tabulka výpočtu koeficientu pro různé kombinace složení dopravního proudu - první část [autor]**

Skupina vozidel $M_{2,3}$ [%]	Skupina vozidel $N_{2,3}$ [%]	Skupina vozidel $M_1, N_1, L$ [%]	Vážený průměr	Koeficient [-]	Konečný koeficient [-]	Upravená vzdálenost [m]
0	0	100	5,77	0,9803	1	120
0	10	90	5,693	0,9936	1	120
10	0	90	5,635	1,0038	1	120
<b>0,64</b>	<b>13,55</b>	<b>85,16</b>	<b>5,656</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>120</b>
0	20	80	5,616	1,0072	1	120
20	0	80	5,5	1,0284	1	120
10	10	80	5,558	1,0177	1	120
0	30	70	5,539	1,0212	1	120
10	20	70	5,481	1,0320	1	120
20	10	70	5,423	1,0430	1	120
30	0	70	5,365	1,0543	1,1	132
0	40	60	5,462	1,0356	1	120
10	30	60	5,404	1,0467	1	120
20	20	60	5,346	1,0580	1,1	132
30	10	60	5,288	1,0696	1,1	132
40	0	60	5,23	1,0815	1,1	132
0	50	50	5,385	1,0504	1,1	132
10	40	50	5,327	1,0618	1,1	132
20	30	50	5,269	1,0735	1,1	132
30	20	50	5,211	1,0855	1,1	132
40	10	50	5,153	1,0977	1,1	132
50	0	50	5,095	1,1102	1,1	132
0	60	40	5,308	1,0656	1,1	132
10	50	40	5,25	1,0774	1,1	132
20	40	40	5,192	1,0894	1,1	132
30	30	40	5,134	1,1017	1,1	132
40	20	40	5,076	1,1143	1,1	132
50	10	40	5,018	1,1272	1,1	132
60	0	40	4,96	1,1404	1,1	132
0	70	30	5,231	1,0813	1,1	132
10	60	30	5,173	1,0934	1,1	132
20	50	30	5,115	1,1058	1,1	132
30	40	30	5,057	1,1185	1,1	132
40	30	30	4,999	1,1315	1,1	132
50	20	30	4,941	1,1448	1,1	132
60	10	30	4,883	1,1584	1,2	144
70	0	30	4,825	1,1723	1,2	144
0	80	20	5,154	1,0975	1,1	132

**Konečná tabulka výpočtu koeficientu pro různé kombinace složení dopravního proudu - druhá část [autor]**

Skupina vozidel M <sub>2,3</sub> [%]	Skupina vozidel N <sub>2,3</sub> [%]	Skupina vozidel M <sub>1</sub> , N <sub>1</sub> , L [%]	Vážený průměr	Koeficient [-]	Konečný koeficient [-]	Upravená vzdálenost [m]
10	70	20	5,096	1,110	1,1	132
20	60	20	5,038	1,123	1,1	132
30	50	20	4,98	1,136	1,1	132
40	40	20	4,922	1,149	1,1	132
50	30	20	4,864	1,163	1,2	144
60	20	20	4,806	1,177	1,2	144
70	10	20	4,748	1,191	1,2	144
80	0	20	4,69	1,206	1,2	144
0	90	10	5,077	1,114	1,1	132
10	80	10	5,019	1,127	1,1	132
20	70	10	4,961	1,140	1,1	132
30	60	10	4,903	1,154	1,2	144
40	50	10	4,845	1,167	1,2	144
50	40	10	4,787	1,182	1,2	144
60	30	10	4,729	1,196	1,2	144
70	20	10	4,671	1,211	1,2	144
80	10	10	4,613	1,226	1,2	144
90	0	10	4,555	1,242	1,2	144
0	100	0	5	1,131	1,1	132
100	0	0	4,42	1,280	1,3	156

## Příloha č. 14 Porovnání upravených odhadnutých vzdáleností a vzdálenosti potřebné ke snížení rychlosti

Porovnání brzdných drah potřebných pro snížení rychlosti [autor]

Porovnání upravené odhadnuté a potřebné vzdálenosti pro snížení rychlosti				
Počáteční rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Konečná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Rozdíl rychlosti [km·h <sup>-1</sup> ]	Upravená odhadnutá vzdálenost [m]	Potřebná vzdálenost pro snížení rychlosti [m]
130	120	10	54	44
130	110	20	103	84
130	100	30	148	120
130	90	40	189	154
130	80	50	225	183
130	70	60	257	209
130	60	70	285	232
130	50	80	309	251
130	40	90	328	267
120	110	10	49	40
120	100	20	94	77
120	90	30	135	110
120	80	40	171	140
120	70	50	204	166
120	60	60	231	189
120	50	70	255	208
120	40	80	274	223
110	100	10	45	37
110	90	20	86	70
110	80	30	122	100
110	70	40	154	126
110	60	50	182	148
110	50	60	206	168
110	40	70	225	183
100	90	10	41	33
100	80	20	77	63
100	70	30	109	89
100	60	40	137	112
100	50	50	161	131
100	40	60	180	147
90	80	10	36	30
90	70	20	69	56
90	60	30	96	79
90	50	40	120	98

Porovnání upravené odhadnuté a potřebné vzdálenosti pro snížení rychlosti				
Počáteční rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Konečná rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	Rozdíl rychlosti [km·h <sup>-1</sup> ]	Upravená odhadnutá vzdálenost [m]	Potřebná vzdálenost pro snížení rychlosti [m]
90	40	50	139	113
90	30	60	154	126
80	70	10	32	26
80	60	20	60	49
80	50	30	84	68
80	40	40	103	84
80	30	50	118	96
70	60	10	28	23
70	50	20	51	42
70	40	30	71	58
70	30	40	86	70
60	50	10	24	19
60	40	20	43	35
60	30	30	58	47
50	40	10	19	16
50	30	20	34	28
40	30	10	15	12

## Příloha č. 15 Názvosloví prvků zklidňování dopravy

U tabulí zobrazujících okamžitou rychlost automobilu se vyskytuje terminologická nejednotnost. Více názvů pro toto zařízení se používá jak v českém jazyce tak i v anglickém jazyce. Ve Velké Británii je pravděpodobně nejpoužívanější termín radar speed sign, v doslovném překladu radarová rychlostní značka. V USA se používá radar sign (radarová značka). Kromě těchto uvedených se ještě vyskytují termíny jako například:

- speed radar sign (rychlostní radarová značka),
- speed activated radar sign (aktivní rychlostní radarová značka),
- vehicle activated sign (vozidlem aktivovaná značka),
- speed feedback signs nebo radar feedback sign (zpětnovazební rychlostní nebo radarová značka),
- radar signs (radarová značka),
- your speed sign (vaše rychlost značka, značka vaše rychlost),
- radar speed display (radarový rychlostní displej),
- traffic calming sign (značka zklidňující dopravu),
- speed display board (tabule zobrazování rychlosti),
- dynamic speed display (dynamické zobrazování rychlosti),
- speed reduction sign (značka snižující rychlost).

Uvedené termíny nemusí vždy přesně vystihovat tabuli zobrazující aktuální rychlost automobilů. Například termínem speed feedback signs je spíše myšlena značka zobrazující vzkazy řidičům jako např. ZPOMAL při překročení povolené maximální rychlosti nebo při dodržení povolené rychlosti DĚKUJI. Neuvádějí tedy okamžitou rychlost automobilu.

Z uvedeného výčtu výrazů je zřejmé, že není sjednocena terminologie pro tento druh psychologického prvku zklidňování dopravy. V České republice je situace obdobná. Můžeme se setkat s následujícími termíny pro tento druh prvku:

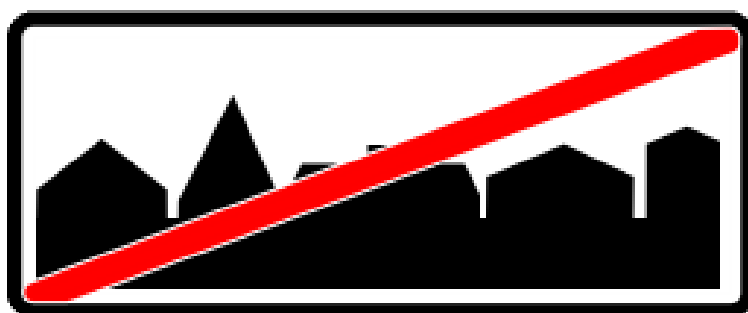
- Informativní tabule měření rychlosti,
- Informační panely pro měření rychlosti vozidel,
- Radarové měřiče rychlosti,
- Ukazatel rychlosti,
- Informativní měření rychlosti,
- Ukazatel okamžité rychlosti vozidel,
- Informační panely.

Podobně jako je to s anglickými výrazy, je i mnoho českých výrazů pro tento prvek. Neexistuje závazný dokument, který by řešil používání a správné názvosloví tohoto konkrétního proměnného dopravního značení. Proto nelze správně toto zařízení pojmenovat. Bude se používat označení informativní tabule, jelikož informuje řidiče o rychlosti.

## Příloha č. 16 Dopravní značení zastavěné oblasti v Polsku



Polské dopravní značení D – 42 začátek zastavěné oblasti [35]



Polské dopravní značení D – 43 konec zastavěné oblasti [35]



Praktické použití dopravní značky D – 42 [36]



## Conclusion

It came to the conclusion in carried out research that it is necessary to situate a speed radar sign in distance about 120 meters from the place where we want to calm traffic down. In this distance, it happens a change of speed behind speed radar sign.

The results of the research don't answer all the questions. Some doubts arose also in performed investigation. The most important unclearnesses are mentioned in the following paragraphs and next survey should be focused on it.

Found distance behind speed radar sign, where speed is changed, is found out from point measurement. In other measurements, it is suitable to use measurement technology, which enables continuous measurement of speed. It can verify found condition change of speed about 120 meters behind speed radar sign. It is known distance from measurement, where speed is changed, but it is not known distance, where the change is stopped and speed is stabilized. Finding of a such distance is an important knowledge. Knowing of the maximum distance of influence speed radar sign on driver helps for more efficient usage of speed radar signs.

Such research can be executed on mobile speed radar signs or stationary panels, which will be shifted. Influence of this element on the driver's reaction will be found by a change of informative board's place. Research focuses on verifying time speed radar signs on the impact driver at stationary speed radar signs. If the time of two years, which found the U.S., is valid also for the Czech drivers.

Ignorance in driver's behaviour were found at processing of research results. It wasn't found out significant measurement dome behind informative board. It is not known, if slowing down is caused by braking or driving gradual deceleration. In case of braking, it is not known place of slowing down, if drivers brake at place of informative board sighting or at place of beginning of contiguous buildings, etc. it is also not known braking force that slows driver's car. It is only known maximum of braking force with which, however, it doesn't use the service braking.